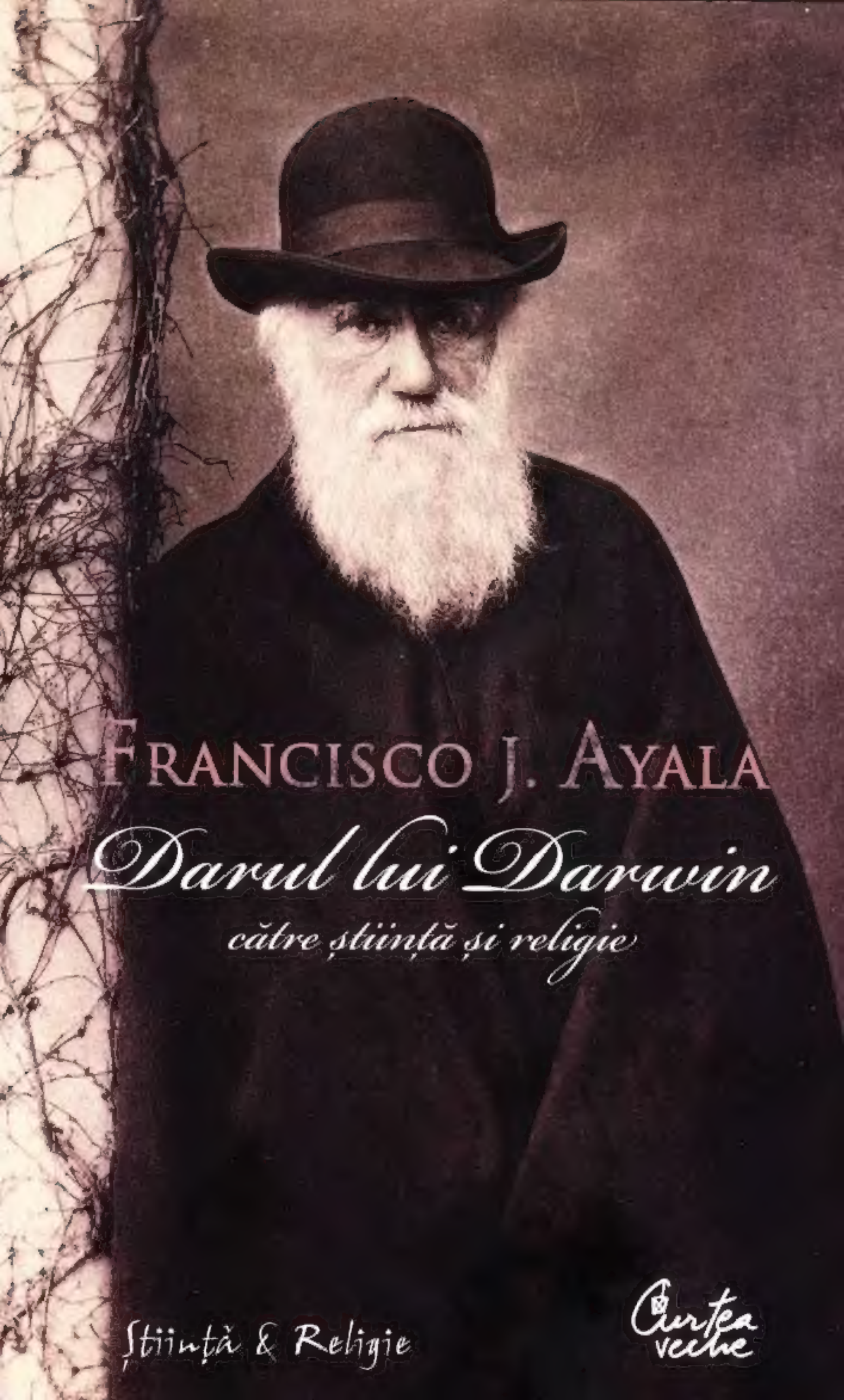

FRANCISCO J. AYALA
Darul lui Darwin
către știință și religie
Știință & Religie
Curtea veche

În aceeași colecție

au apărut:

Când știința întâlnește religia. Adversare, străine sau partenere? Ian G. Barbour

Quarci, haos și creștinism. Întrebări pentru știință și religie, John Polkinghorne

A deveni tu însuți în lumina științei și a Bibliei, Thierry Magnin

Dumnezeu într-o lume evoluționistă, Niels Henrik Gregersen

Credința biologiei și biologia credinței, Robert Pollack

În dialog cu... despre știință și religie, Cătălin Mosoia

Moartea astăzi, Basarab Nicolescu (editor)

Sir John Templeton. Sprijinirea cercetării științifice pentru descoperiri spirituale, Robert L. Herrmann

După moartea lui Dumnezeu, John D. Caputo, Gianni Vattimo

Profunzimile uitate ale creștinismului, Jean-Yves Leloup

Știință dragoste credință, Cristian Bădiliță

Science and Orthodoxy, a Necessary Dialogue, Basarab Nicolescu, Magda Stavinschi (editori)

Perspective românești asupra științei și teologiei, Magda Stavinschi (editor)

Transdisciplinary Approaches of the Dialogue between Science, Art, and Religion in the Europe of Tomorrow, Sibiu 2007, Basarab Nicolescu, Magda Stavinschi (editori)

Transdisciplinarity in Science and Religion, 1/2007 și 2/2007, Basarab Nicolescu, Magda Stavinschi (editori)

sunt în curs de apariție:

De ce nu dispare Dumnezeu, Andrew Newberg, Eugene D'Aquili, Vince Rause

A eșuat modernismul?, Suzi Gablik

De ce nu putem să fim buni?, Jacob Needleman

FRANCISCO J. AYALA

DARUL LUI DARWIN CĂTRE ȘTIINȚĂ ȘI RELIGIE

Traducere din limba engleză de
DOINA ROGOTI

Curtea veche

BUCUREȘTI, 2008

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale a României
AYALA, FRANCISCO
Darul lui Darwin către ştiinţă şi religie / Francisco J. Ayala; trad.: Doina Rogoti. - Bucureşti: Curtea Veche Publishing, 2008
ISBN 978-973-669-659-6

I. Rogoti, Doina (trad.)

5:2

Coperta: GRIFFON AND SWANS
www.griffon.ro

FRANCISCO J. AYALA
Darwin's Gift to Science and Religion

Copyright © Francisco Ayala, 2007
First published in English by Joseph Henry Press,
an imprint of the National Academies Press.
All rights reserved.
This edition published under agreement
with the National Academic of Sciences.

© CURTEA VECHE PUBLISHING, 2008
pentru prezenta ediţie în limba română

ISBN 978-973-669-659-6

Hanei, cu dragoste

Mulțumiri

Cartea de față este o versiune mult extinsă a cărții mele, *Darwin and Intelligent Design* (Minneapolis: Fortress Press, 2006), care a fost scrisă la cererea lui Michael West, redactor-șef la Fortress Press. Domnul West îmi ceruse să am în vedere realizarea unei cărțulii adresate laicilor interesați în care să explic statutul și rolul teoriei evoluției, luând în considerare afirmațiile făcute de adepții proiectului inteligent. Anterior, promisesem editorilor de la Joseph Henry Press că voi scrie o carte cu același subiect, dar destinată unui alt public. Sunt recunoscător domnului West și editorilor de la Joseph Henry Press că au fost de acord cu compatibilitatea celor două proiecte.

Pentru atenția, sensibilitatea și înțelepciunea lor, recunoștința mea se îndreaptă către Barbara Kline-Pope, director; Stephen Mautner, editor executiv; și Dick Morris, editor-șef, la Joseph Henry Press și National Academies Press. Recunoștința mea se îndreaptă și către Jeffrey Robbins, care a tehnoredactat manuscrisul. Datoria mea către Denise Chilcote pentru pregătirea manuscrisului este mare, și la fel este și recunoștința mea. Ca asistent executiv de două decenii, ea nu a ezitat niciodată să facă tot ceea ce era necesar. Am beneficiat enorm de meticulozitatea și perfecționismul ei.

Prefață

Mesajul transmis de această carte poate fi rezumat foarte simplu: convingerile științei și cele ale religiei nu trebuie să se afle în contradicție. Dacă sunt înțelese corect, ele *nu pot* fi în contradicție, întrucât știința și religia se referă la lucruri distincte. Știința se ocupă de procesele din lumea naturală: evoluția planetelor, compoziția materiei și a atmosferei, originea și funcționarea organismelor. Religia abordează scopul și semnificația lumii și a vieții omului, relația adecvată a oamenilor cu Creatorul lor și cu toți cei din jur, valorile morale care inspiră și guvernează viețile oamenilor.

Relația corectă dintre știință și religie poate fi, pentru oamenii credincioși, atât motivațională, cât și inspiratoare. Știința poate inspira credința și comportamentul religios, când ne raportăm cu înfiorare la imensitatea universului, la uimitoarea diversitate a organismelor și la minunățiile creierului și ale minții umane. Religia promovează respectul față de creație, față de omenire și mediul înconjurător. Religia poate fi o forță motivațională și o sursă de inspirație pentru cercetarea științifică și îi poate determina pe oamenii de știință să cerceteze

minunata lume a creației și să rezolve enigmele cu care aceasta ne confruntă.

Pe parcurs, voi sublinia două aspecte adresate, în principal, oamenilor credincioși. Primul aspect este acela că știința există. Indiferent câte neajunsuri sau necunoscute ar putea vedea oamenii credincioși în cunoașterea științifică, știința va continua să avanseze în rezolvarea enigmelor din lumea naturală. Condamnarea lui Galileo de către Biserica Catolică din secolul al XVII-lea nu a stopat evoluția astronomiei. Dimpotrivă, noi ne minunăm de imensitatea galaxiei noastre și de miriadele de galaxii de dincolo de ea. Cei, care consideră ca fiind greșită teoria evoluției, ar putea încerca să o scoată din curriculumul școlar sau să-i minimalizeze realizările, dar miile de oameni de știință, care cercetează evoluția în sute de universități sau în cadrul altor instituții, vor persista în strădaniile lor și vor continua să dezvolte cunoașterea. Universitățile, fundațiile și guvernele vor continua să investească milioane de dolari în cercetarea evoluției și mii de lucrări de cercetare vor continua să fie publicate anual, în revistele de specialitate.

Un al doilea aspect pe care-l voi sublinia în această carte ar putea părea surprinzător atât credincioșilor, cât și oamenilor de știință. Cunoașterea științifică, în speță teoria evoluției, conține credința în Dumnezeu, pe când Creaționismul și Proiectul Inteligent, nu. Acest punct de vedere depinde de o anumită viziune asupra lui Dumnezeu — împărtășită de mulți oameni credincioși — ca fiind atotcunoscător, atotputernic și binevoitor. Lumea naturală abundă în catastrofe, dezastre, imperfecțiuni, disfuncționalități, suferință și cruzime. Tsunami provoacă distrugere și moarte; erupțiile

vulcanice au șters de pe fața pământului orașele Pompei și Herculaneum, ucigându-le toți locuitorii; inundațiile și secetele ruinează fermierii. Maxilarul uman este rău proiectat, leii își devorează prada, paraziții care provoacă malaria ucid anual milioane de oameni și îmbolnăvesc alte 500 de milioane. Eu nu atribui toată această nefericire, cruzime și distrugere proiectului specific al Creatorului. Aproape 20 de procente din sarcinile umane sfârșesc prin avort spontan în primele două luni. Aceasta înseamnă 20 de milioane de avorturi anual. Mă cutremur la gândul că unii credincioși ar putea atribui calamitatea, în mod implicit, proiectului defectuos al lui Dumnezeu. Mai degrabă, îl consider o consecință a imperfecțiunilor procesului de evoluție. Dumnezeul revelației și al credinței este un Dumnezeu al iubirii, al milei și al înțelepciunii.

Teoria evoluționistă a lui Darwin este un dar atât către știință, cât și către religie. În această carte, prezint motivele care determină această afirmație. Și sper, cititorule, ca și tu să le găsești raționale și, poate, să te lași convins.

Irvine, California
1 martie 2007

1
Introducere

„Vrea Dumnezeu să împiedice răul, dar nu poate? Atunci, El nu este atotputernic. Este în stare, dar nu vrea? Atunci, El este răuvoitor. Este El și capabil, și binevoitor? Atunci, de unde răul?"

DAVID HUME
Dialogues Concerning Natural Religion, p. 244

Mănăstirea dominicană din Salamanca, Spania, este un complex de clădiri dominate de grandioasa biserică San Esteban, un exemplu maiestuos al arhitecturii gotice târzii, proiectată în secolul al XV-lea de către unul dintre călugării săi, Juan de Alava. Magnifica fațadă în stil plateresc spaniol dă către un interior sobru și ordonat, dominat de înaltul altar somptuos ornat și poleit cu aur, o capodoperă barocă din 1692, executată de Jose Churriguera. Intrarea principală în mănăstire este un portic în stilul renașterii italiene. În spatele principalei arcade gotice și a scărilor, se află *Claustro de Colón*, unde, în timpul vizitelor sale din perioada 1491–1492, Columb a discutat cu Padre Deza, eruditul confesor al Reginei Isabela, despre calculele sale legate de diametrul Pământului, căutând aprobarea acestuia, spre a obține sprijinul financiar și politic al Reginei pentru expediția care, câteva luni mai târziu, va duce la descoperirea Americii și va iniția un nou episod în istoria omenirii.

Acesta este cadrul în care am întâlnit pentru prima dată argumentul proiectului, la sfârșitul anilor '50. Ca student la teologie al Facultății Pontificale, învățasem despre cele cinci argumente sau căi de demonstrare a existenței lui Dumnezeu, formulate de Toma d'Aquino (1225–1274) în *Summa Theologiae*. Cea de-a „cincea cale" este un argument al proiectului, bazat pe crearea universului cu un scop anume: „Observăm că lucrurile cărora le lipsește inteligența acționează spre atingerea unei finalități, ceea ce nu este întâmplător, ci decurge dintr-un proiect... condus de o ființă având cunoaștere și inteligență... Prin urmare, există o ființă inteligentă care conduce toate lucrurile naturale către finalitatea lor; și pe această ființă noi o numim Dumnezeu." Argumentul lui Toma d'Aquino se fundamenta pe univers și părțile sale, potrivindu-se toate într-un mod armonios și, prin aceasta, dovedindu-și proiectul.[1]

Argumentul proiectului pentru demonstrarea existenței lui Dumnezeu, bazat pe complexa organizare a tot ce este viu, va fi formulat mult mai târziu de către William Paley (1743–1805) în cartea sa, *Natural Theology* (1802). Este faimoasă comparația pe care a

---

[1] Toma d' Aquino, *Summa Theologiae*, I,2,3. O ediție bilingvă în limbile engleză și latină, în 60 de volume, a fost publicată de Blackfriars & McGraw-Hill. *Existence and Nature of God* I, 2–11 (1964) este vol. 2. În *Summa Contra Gentiles*, Aquino avansează același argument, care derivă, spune el, din Sfântul Ioan Damaschin: „Este imposibil ca lucruri contrare și discordante să intre într-o ordine armonioasă cu excepția unei îndrumări unice, stabilind fiecărei părți o tendință către un scop anume. Dar în lume vedem lucruri de diferite tipuri intrând într-o ordine armonioasă... Deci, trebuie să existe o Putere prin a Cărei intervenție este guvernată lumea; și pe aceea noi o numim Dumnezeu. " („God and His Creatures, Book I").

făcut-o între un telescop și ochiul uman, argumentând că ambele sunt proiectate, unul de către un constructor de telescoape, celălalt, de către aceeași Putere care a creat și imensa diversitate de organisme, cu elaboratele lor mecanisme — ochi, aripi, branhii — toate, proiectate exclusiv în scopul îndeplinirii eficiente a funcțiunilor vieții.

Au trecut câțiva ani de la terminarea studiilor mele teologice, până am aflat de lucrarea lui Paley. Aceasta s-a întâmplat în 1961, la Universitatea Columbia din New York City, unde îmi începusem studiile de doctorat în genetică și evoluție. Pentru mine a fost o răsturnare neașteptată căci, venind din Spania conservatoare, descopeream că în Statele Unite exista un curent creaționist puternic, ce considera că Darwin și a sa teorie a evoluției ar fi în contradicție cu credințele religioase. La Salamanca, în studiile mele teologice, evoluția era percepută ca un prieten și nu ca un dușman al credinței creștine. După cum am învățat din studiile mele de teologie, evoluția a oferit teologilor „veriga lipsă" din explicarea existenței răului în lume, sau, în exprimare teologică, evoluția a rezolvat problema „teodiceei". Definiția din dicționar a teodiceei este „apărarea bunătății și atotputerniciei lui Dumnezeu, din perspectiva existenței răului."

Stabilirea contextului

Problema răului a fost succint formulată în tradiția creștină ca o dilemă: „Dacă Dumnezeu nu poate împiedica răul, Dumnezeu nu este atotputernic; dacă Dumnezeu poate împiedica răul, dar nu o face, atunci El nu este binevoitor. Dar răul există — atunci, de ce?" Dacă raționamentul este corect, reiese că Dumnezeu

nu este deloc atotputernic și binevoitor. Teologia creștină acceptă că răul există, dar neagă validitatea argumentului.[2]

Teologia tradițională distinge trei tipuri de rău: (1) răul moral sau păcatul, răul produs de ființele umane; (2) durerea și suferința trăite de ființele umane; (3) răul fizic, cum ar fi inundațiile, tornadele, cutremurele și imperfecțiunile tuturor ființelor.

Teologia are deja un răspuns pregătit pentru primele două tipuri de rău. Păcatul este consecința liberei voințe; reversul păcatului este virtutea, și ea tot o consecință a liberei voințe. Teologii creștini afirmă că, dacă oamenii vor să intre într-o relație cu adevărat personală cu Creatorul lor, trebuie mai întâi să atingă un anumit grad de libertate și de autonomie. O viață virtuoasă *dobândește* răsplata veșnică a raiului. Teologia creștină oferă o bună explicație și pentru durerea și suferința umană. În măsura în care durerea și suferința sunt cauzate de război, nedreptate și de alte forme ale acțiunilor negative ale oamenilor, ele sunt tot o consecință a liberei voințe; oamenii aleg să-și facă rău unii altora. La polul opus se află faptele bune, prin care oamenii aleg să aline suferința umană.

Dar cum rămâne cu furtunile, cutremurele, inundațiile, secetele sau alte catastrofe naturale? Introduceți știința modernă în raționamentul teologic: evenimen-

---

[2] Biserica lui Hristos, soluția scientiștilor la dilemă constă în negarea existenței diavolului, despre care se spune că nu este decât o iluzie. Această soluție este contrară tradiției creștine. Deja înainte de formularea păcatului originar de către Fericitul Augustin (354–430), Părinții Latini ai Bisericii Creștine și, chiar mai devreme, Irineu (130–200) și alți Sfinți Părinți vorbitori de limba greacă acceptaseră căderea și realitatea păcatului.

tele din natură fac parte din însăși structura lumii. Din secolul al XVII-lea, oamenii știu că procesele prin care au apărut stelele și galaxiile, prin care s-au format planetele, prin care se mișcă continentele, prin care există vremea și succesiunea anotimpurilor sau au loc inundațiile și cutremurele, sunt procese naturale și nu evenimente create de Dumnezeu, cu scopul de a-i pedepsi sau a-i răsplăti pe oameni. Violența extremă a exploziilor de supernove și frenezia haotică a centrilor galactici sunt rezultate ale legilor fizicii și nu proiectul unei divinități înfricoșătoare. Din păcate, teodiceea a mai întâmpinat o dificultate aparent insurmontabilă. Dacă Dumnezeu este creatorul vieții, atunci de unde provin cruzimea leului, veninul șarpelui și paraziții care-și asigură existența numai prin distrugerea gazdelor lor?

Am auzit pentru prima dată de evoluție în școala elementară catolică și în liceul pe care le-am urmat la Madrid. Prima lecție de științe, din clasa a șasea, ne-a fost predată de Părintele Pedro, un suflet nobil care ne vorbea entuziast despre știință. Evoluția a fost predată temeinic și la cursul de biologie pe care l-am urmat la Universitatea din Madrid. După câte îmi aduc aminte, niciodată nu a fost menționat faptul că teoria evoluției s-ar afla în conflict cu învățăturile Bisericii Catolice, care domina viața din Spania în 1940–1950, exceptând, poate, vreo idee ciudată sau o preocupare timidă din partea intelectualilor conservatori. Cu siguranță, enciclica *Humani generis*, a Papei Pius al XII-lea, din 1950, a lăsat problema în suspensie. Evoluția biologică, scria Papa, este compatibilă cu credința creștină.

Mai târziu, pe când studiam teologia la Salamanca, Darwin era un prieten mult mai binevenit. Teoria evoluției oferea soluția la cealaltă componentă a problemei

răului. Așa cum inundațiile și secetele erau o consecință necesară a mecanismului naturii, prădătorii și paraziții, disfuncțiile și bolile erau o consecință a evoluției. *Nu* erau un rezultat al proiectului defectuos sau răuvoitor: trăsăturile organismelor nu au fost *proiectate* de Creator.

Evoluția prin selecție naturală este răspunsul dat de Darwin lui Paley. Este și soluția la spinoasa problemă a răului. Profesorii de teologie din Salamanca au văzut în teoria evoluției o contribuție semnificativă, poate chiar hotărâtoare, la teodicee. De aceea, am fost atât de surprins când am aflat de mișcarea creaționistă din Statele Unite și de rezervele larg răspândite față de teoria evoluției.

Începând cu anii '70, m-am străduit mult să găsesc o soluție la conflictul existent între evoluție și religie. Am fost martor expert la Little Rock, Arkansas, în procesul judecat de magistratul federal districtual, William R. Overton, în 1982 *(McLean vs. Arkansas)* și am participat la pregătirea unui Amicus Brief* către Curtea Supremă a Statelor Unite din partea Academiei Naționale de Științe și Asociației Americane pentru Progresul Științei *(Edwards vs. Aguilar*, 1987). Aceste două decizii declară că predarea „științei creației" în școlile publice contravine Constituției Statelor Unite. În ultimii treizeci de ani, am publicat editoriale, critici și articole și am susținut nenumărate prelegeri publice la întruniri cetățenești și religioase ale diverselor confesiuni creștine, precum și în licee și universități. Mesajul a fost întotdeauna dublu: (1) evoluția este o știință

* document în care se expune poziția oficială. (*N. tr.*)

folositoare și (2) nu trebuie să existe o contradicție între evoluție și convingerile religioase.

De-a lungul anilor, am căutat să-mi conving cititorii și auditoriul că evoluția este un fapt real, ca o teorie științifică bine coroborată, dar că creștinii nu trebuie să o vadă ca pe o amenințare la adresa convingerilor lor. Eu nu mă îndoiesc de faptul că evoluția este un prieten deghizat al teologiei și nu dușmanul ei. Acesta este și mesajul cărții de față: nu trebuie să existe niciun conflict între religie și știință. Aparentele contradicții apar doar atunci când, fie convingerile științifice, fie cele religioase, fie cel mai adesea ambele, sunt greșit înțelese. Așadar, citiți; luați aminte. Voi încerca să vă conving. Dacă greșesc, veți avea satisfacția de a-mi fi aflat temeiurile și, poate, vă veți întări sau clarifica bazele obiecțiilor voastre.

Construirea cazului

În a sa *Natural Theology* din 1802, William Paley a construit cea mai puternică posibil pledoarie pentru Proiectul Inteligent, pe baza cunoașterii biologice extensive și precise, pe cât era disponibilă la data aceea. Paley a argumentat foarte convingător că ochiul uman este un mecanism complex ca un ceas sau ca un telescop, cu câteva părți componente, toate potrivindu-se cu precizie, pentru obținerea vederii. Voi prezenta argumentele lui Paley în Capitolul 2. El a explorat diversitatea organelor și a membrelor mai multor tipuri de organisme, create exact pentru îndeplinirea funcției lor. Paley a observat că relația dintre diferiți indivizi ai aceleiași specii, între animale de diferite specii și între organisme și mediul lor, părea să fi fost creată anume

de către un Creator atotputernic. În prima jumătate a secolului al XIX-lea, alți oameni de știință (cum ar fi, Sir Charles Bell în *The Hand, Its Mechanisms and Vital Endowments as Evincing Design)* au explorat dovezile științifice ale Proiectului Inteligent, dar argumentarea nu a fost niciodată susținută, înainte sau după ei, atât de amplu sau de convingător, cum a făcut-o Paley.

Argumentarea lui Paley și a lui Bell în favoarea proiectului era convingătoare și, într-adevăr, bazată pe cunoașterea științifică existentă în prima jumătate a secolului al XIX-lea, dar argumentele lor s-au spulberat după descoperirea de către Charles Darwin a selecției naturale și după publicarea lucrării sale, *The Origin of Species** (în volum menționată sub titlul *The Origin*) în 1859. Pe bună dreptate, Darwin a considerat că dovezi convingătoare care să demonstreze evoluția vieții existau în domeniul paleontologiei și al biologiei. În Capitolul 3, susțin că, oricât de importantă era demonstrația, nu aceasta era principala grijă a lui Darwin. În primul rând, Darwin voia să arate că descoperirea selecției naturale oferea o explicație științifică a proiectului organismelor. Explicația proiectului biologic dată de Darwin implica, drept consecință necesară, că organismele au evoluat în timp și că s-au diversificat în habitate diferite. De aceea, Darwin a adunat dovezi ale evoluției biologice cu scopul de a-și confirma explicarea proiectului prin selecție naturală. În Capitolul 3, subliniez că descoperirea de către Darwin

---

* versiunea românească: *Originea speciilor prin selecție naturală sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existență*, Editura Academiei RPR, București, 1957. (*N. tr.)*

a selecției naturale este unul dintre evenimentele cele mai importante din istoria intelectuală, deoarece ea a completat revoluția copernicană. Progresele științei din secolele al XVI-lea și al XVII-lea puneau probleme legate de fenomenele materiei neînsuflețite — mișcarea planetelor pe cer și a obiectelor fizice pe pământ — iar știința invoca legile naturii. În același mod, selecția naturală a oferit o explicație științifică pentru proiectul și diversitatea organismelor, explicație ignorată de revoluția copernicană. Odată cu Darwin, toate procesele naturale, cele însuflețite și cele neînsuflețite, au devenit obiectul cercetării științifice.

Prezentări ale selecției naturale, științifice sau de largă accesibilitate l-au nedreptățit adesea pe Alfred Russel Walace, codescoperitorul ei independent. Sugerez ca această neglijare să nu fie perpetuată. Wallace a înțeles selecția naturală ca pe un promotor al evoluției, pe care a văzut-o progresivă, și nu ca pe o explicație a proiectului, care este semnificația ei finală.

Capitolul 4 este o încercare de a explica selecția naturală, pe scurt, pentru cei care nu sunt biologi. Eu ofer o definiție simplă, fiind foarte conștient de faptul că o explicație completă a procesului presupune o expunere amplă. Definiția aceasta îmi permite să pun în evidență trăsăturile importante ale procesului selecției naturale: el se bazează pe modificarea genetică; depinde de mutațiile spontane; este oportunist, adică este modelat de istoria trecută a organismelor și de condițiile mediului; este „creativ“, astfel că dă naștere unor noutăți, organisme și trăsături originale, care sunt concepute pentru anumite moduri de viață, dar care nu ar exista fără selecția naturală. Eu dau un exemplu simplu, folosind bacteriile pentru a arăta modul în care

evenimente extrem de aleatorii — mutații adecvate — se combină și se actualizează în organisme. Fauna și flora Insulelor Hawaii ilustrează unele trăsături dominante ale selecției naturale: oportunism, adaptare și prevalența unor anumite tipuri de organisme și absența altora, bine adaptate habitatelor din Hawaii.

Fac o trecere în revistă a istoriei evoluției în Capitolele 5, 6 și 7, unde expun dovezile evoluției printr-o afirmație (însoțită de o ilustrație elocventă) ce va surprinde cu siguranță pe majoritatea cititorilor: nu mai există lacune în reconstituirea istoriei evoluției tuturor organismelor vii, până la strămoșul lor comun. Dovada provine de la recenta revoluție în biologia moleculară. Capitolul 5 este, în principal, consacrat tipului de dovezi disponibile lui Darwin, cunoscute îndeobște: existența fosilelor organismelor care au trăit cu foarte mult timp înainte, cum ar fi, calul primitiv care a trăit acum 50 de milioane de ani; anatomia comparată, care arată că membrele superioare ale oamenilor, câinilor, balenelor și păsărilor sunt modificări ale membrelor superioare ancestrale (reptile); embriologia comparată și organe rudimentare, ca apendicele vermiform și coccisul nostru; și biogeografia, distribuția specifică a plantelor și animalelor, distribuție care ne spune multe despre istoria, nu doar a organismelor, ci și a continentelor și a insulelor. În acel capitol, veți găsi nume nefamiliare, cum ar fi: *Archaeopteryx* și *Tiktaalik*. Fosilele arată că *Archaeopteryx* avea pene și un schelet situat între păsări și strămoșii lor, dinozaurii. *Tiktaalik* este ciudatul nume dat câtorva specimene, descrise la începutul anului 2006, ale unui animal aflat între pește și tetrapode (amfibieni).

Darwin a extins teoria evoluției prin selecție naturală la oameni, în lucrarea *The Descent of Man* [and Selection in relation to Sex*], pe care a publicat-o în 1871, la doisprezece ani după *Originea*. Fosilele intermediare aflate între oameni și maimuțe urmau să fie descoperite — „verigile lipsă" — invocate de către criticii lui Darwin. După cum explic în Capitolul 6, verigile lipsă au fost găsite. Mii de fosile intermediare (cunoscute sub denumirea de „hominizi") au fost descoperite din timpul lui Darwin și până acum, iar rata descoperirilor este din ce în ce mai mare. Cei mai vechi hominizi au aproximativ 6 milioane de ani: *Sahelanthropus* din Ciad, *Orrorin* din Kenya și *Ardipithecus* din Etiopia. Câteva specimene fosile ale lui *Australopithecus afarenssis* au fost descoperite în regiunea Afar din Etiopia; ele sunt asemănătoare strămoșilor noștri care au trăit cu aproximativ 4 milioane de ani în urmă, care erau bipezi, dar creierul lor era de numai 450 g, o treime din greutatea creierului oamenilor de azi. *Homo habilis*, strămoșii noștri de acum 2 milioane de ani, aveau un creier care cântărea aproximativ 700 g. Descendenții lor, *Homo erectus*, care erau răspândiți din Africa și până în Asia și Europa, aveau creierul de 700 g; ei și rudele lor au trăit timp de câteva sute de mii de ani. Specia noastră, *Homo sapiens*, a evoluat în Africa cu aproximativ 150 000 de ani în urmă și apoi s-a răspândit pe toate continentele.

Mai rămân două enigme majore ale evoluției umane. Una este baza genetică a transformării maimuței în om. Genomul uman și genomul cimpanzeului au fost

---

* *Descendența omului și selecția sexuală*, versiunea românească, Editura Științifică, București, 1967. (*N. tr.*)

descifrate. Fiecare este alcătuit din aproximativ 3 miliarde de combinații de litere — nucleotidele de patru tipuri dispuse liniar, care alcătuiesc ADN-ul. Genomul uman și cel al cimpanzeului diferă prin ceva mai mult decât un procent și cu toate acestea, ele sunt diferite sub multe aspecte importante: un creier mai mare, limbaj, tehnologie, artă, etică și religie. Cealaltă enigmă este cum ajunge creierul la gândire. Știm că cele 30 de miliarde de neuroni din creierul nostru comunică între ei și cu alte celule nervoase prin semnale chimice și electrice. În ce fel aceste semnale se transformă în percepții, sentimente, idei, argumente critice, emoții estetice și valori etice și religioase? Și cum apare o realitate unitară, gândirea sau sinele, din această diversitate de experiențe? Sufletul creat de Dumnezeu, ați putea spune, este responsabil pentru ambele transformări: a maimuței în om și a creierului în gândire. Răspunsul religios ar putea fi satisfăcător pentru cei credincioși, dar nu și din punct de vedere *științific.* Eu însă vreau să cunosc modul în care trăsăturile anatomice și de comportament care ne diferențiază de maimuțe apar din diferențele noastre genetice; mai vreau să cunosc și corelările biologice care stau la baza experiențelor mentale.

Biologia moleculară a apărut ca disciplină la 100 de ani după Darwin, urmărind descoperirea din 1953 a structurii dublu elicoidale a ADN-ului, substanța ereditară. Biologia moleculară oferă cea mai credibilă dovadă a evoluției biologice și face posibilă reconstituirea istoriei evoluției pe cât de precis și detaliat și-ar dori cineva (Capitolul 7). Componentele chimice ale vieții și proporțiile lor, ADN-ul, codul genetic care oferă informația genetică din nucleu până la celulă, cei douăzeci de aminoacizi care compun proteinele și

enzimele — sunt aceleași în toate organismele, de la bacterii și protozoare, până la plante și animale. Această uniformitate are sens doar dacă se datorează unei origini comune. Pentru reconstituirea istoriei evoluției este extrem de important ca informația genetică să fie stocată în ordinea liniară a combinațiilor (nucleotidelor) care alcătuiesc ADN-ul. Secvențele de ADN ale diferitelor organisme pot fi aliniate. Numărul de combinații, care diferă între organisme, reflectă timpul scurs de la ultimul lor ascendent comun. Un alt motiv pentru care biologia evoluției moleculare este atât de importantă, este acela că ne permite să comparăm cele mai diverse tipuri de organisme, ceea ce era imposibil prin anatomia comparată sau prin interpretarea fosilelor. Secvențele de ADN ale oamenilor, muștelor, copacilor și bacteriilor pot fi aliniate între ele și cu cele ale altor organisme, în scopul stabilirii istoriei lor evolutive.

Un alt motiv, pentru care biologia moleculară este atât de importantă, este multiplicitatea. Există mii de gene în fiecare organism. Dacă rezultatele unui anumit studiu nu sunt atât de precise sau de detaliate, pe cât ar vrea un cercetător, el poate studia din ce în ce mai multe gene, până când atinge acuratețea și detalierea dorite. Virtual, nu există limite.

Versiunile moderne ale argumentului proiectului, ale „Proiectului Inteligent" (PI), după cum este numit în mod obișnuit, sunt analizate în Capitolul 8. Pe măsură ce veți citi acest capitol, veți descoperi că, deși am încercat, nu am putut găsi prea multe elemente convingătoare ale PI. Unul dintre acestea este motivația adepților PI: ei vor să descopere în știință pe Dumnezeu și credința. Eu susțin însă că credințele religioase ar trebui să-și găsească justificarea pe bazele solide ale

credinței și revelației, și nu pe cunoașterea științifică — care tocmai prin natura ei, nu este niciodată definitivă sau etern validă. Susținătorii PI afirmă că evoluția este „doar" o teorie. Dar „teorie" este un termen folosit de oamenii de știință pentru cunoașterea bine-definită, cum ar fi teoria moleculară a materiei, teoria heliocentrică a mișcărilor de revoluție și de rotație ale planetelor sau teoria relativității. Fiecare dintre aceste teorii științifice, ca și teoria evoluției, nu este o supoziție sau o intuiție, cum ar putea fi atunci când cuvântul „teorie" este folosit în limbajul curent. (De fapt, oamenii de știință se referă la presupuneri ca fiind „ipoteze".) PI este o știință nocivă sau nu este deloc știință. Nu este susținut de experimente, observații sau rezultate publicate în reviste științifice de prestigiu. Voi argumenta mai departe că PI este o religie nocivă, o teologie nocivă, deoarece consideră că proiectantul are caracteristici nedorite pe care noi nu am vrea să le susținem referitor la Dumnezeu. Sper că veți găsi convingătoare argumentele aduse în această privință. Adepții PI susțin că teoria evoluției este incompatibilă cu credințele religioase. În mod curios, ei împărtășesc această convingere cu materialiștii. Eu argumentez că atât adepții PI, cât și materialiștii, greșesc: știința și religia sunt compatibile, întrucât ele abordează domenii diferite ale cunoașterii.

Ultimul aspect este dezvoltat mai pe larg în Capitolul 9. Știința este un mod de cunoaștere, dar nu este singurul. Experiența generală, literatura imaginativă, arta și istoria oferă o cunoaștere validă a lumii. Scopul și semnificația lumii și a vieții umane, ca tot ce ține de valorile morale și religioase, transcend știința. Cu toate acestea, ele sunt importante: pentru majoritatea dintre

noi, ele sunt cel puţin tot atât de importante cum este cunoaşterea ştiinţifică în sine.

În Capitolul 10, adresez o întrebare istorică și epistemologică. În special, în Capitolul 3, argumentez că Darwin considera selecţia naturală, şi nu evoluţia ca atare, ca fiind teoria sa. Mai susţin că teoria selecţiei naturale, și nu dovada evoluţiei, este cea mai remarcabilă contribuţie a lui Darwin în domeniul științei. Întrebarea este, de ce Darwin a fost creditat de istorie cu teoria evoluției, mai mult decât cu teoria selecției naturale? Eu arăt că acest ghinion istoric provine din concepția filosofică, numită empirism, prevalentă, în special, în Marea Britanie, în secolul al XIX-lea. Cu Gregor Mendel, fondatorul geneticii, a fost la fel: i s-a atribuit descoperirea „legilor" eredității, văzute ca generalizări derivate din experimentele sale, și nu descoperirea componentelor fundamentale ale „teoriei" eredității biologice, așa cum era firesc. Cititorii dornici să înțeleagă cum sunt compatibile evoluția și religia, pot eluda acest capitol, fără a pierde ceva din argumentarea mea. Cititorii atrași de istoria ideilor pot găsi explicațiile mele interesante și poate chiar convingătoare.

Sper că aceste argumentări, explicații și fapte prezentate în capitolele ce urmează vă vor ajuta să înțelegeţi de ce teoria selecţiei naturale a lui Darwin este un dar, făcut nu doar ştiinţei, ci și religiei.

2

Proiectul Inteligent: versiunea originală

„Nu cunosc vreo metodă mai bună de a prezenta pe larg un subiect decât aceea a comparației unui lucru cu altul: un ochi, de exemplu, cu un telescop. După cum o arată examinarea instrumentului, există aceeași dovadă că ochiul a fost făcut pentru vedere, ca și aceea că telescopul a fost creat pentru a o ajuta."

WILLIAM PALEY,
Natural Theology, cap. III, p. 20

Clericul englez William Paley s-a dedicat abolirii comerțului cu sclavi, și prin 1780 devenise unul dintre cei mai căutați oratori împotriva sclaviei. Paley a fost și autorul influent al unor scrieri despre filosofia, etica și teologia creștină. *The Principles of Moral and Political Philosophy* (1785) și *A View of the Evidence of Christianity* (1794) i-au adus prestigiu și mari beneficii ecleziastice care i-au permis o viață confortabilă. În 1800, Paley a renunțat la cariera sa de orator din motive de sănătate, ceea ce i-a oferit destul timp pentru a studia știința și, în mod special, biologia, dar și să scrie *Natural Theology; or, Evidences of the Existence and Attributes of Diety* (1802), cartea prin care s-a făcut cel mai mult cunoscut posterității și care l-a influențat mult pe Darwin. Prin *Natural Theology*, Paley a încercat să aducă la zi cartea lui John Ray, *Wisdom of God*

Manifested in the Works of the Creation (1691), profitând de un secol în plus de cunoaștere științifică.

Afirmația fundamentală a lui Paley este aceea că „nu poate exista proiect fără un proiectant; invenție fără un inventator; ordine fără selecție;... mijloace care tind către un scop, exercitându-și funcția pentru atingerea acelui scop, fără ca acela să fie vreodată presupus“.[1]

Natural Theology este o argumentare solidă, în favoarea existenței lui Dumnezeu, bazată pe evidenta proiectare a omului și a organelor lui, ca și pe proiectarea tuturor tipurilor de organisme, considerate aparte, dar și în relațiile dintre ele și cu mediul. Argumentarea are două părți: prima, că organismele fac dovada că au fost proiectate; a doua, că numai un Dumnezeu atotputernic putea realiza o astfel de perfecțiune, multitudine și diversitate a proiectelor.

Există capitole consacrate complexului proiect al ochiului uman; structurii umane, care dovedește o aranjare mecanică precisă a oaselor, cartilajelor și articulațiilor; circulației sângelui și dispunerii vaselor sangvine; anatomiei comparate a oamenilor și a animalelor; tractului digestiv, rinichilor, uretrelor și vezicii; aripilor păsărilor și aripioarelor peștilor etc. Cele 362 de pagini ale cărții *Natural Theology* dovedesc amploarea cercetării lui Paley: cunoaștere biologică vastă și precisă, pe cât era posibil în 1802. După detalierea organizării precise și a funcționalității perfecte a fiecărei entități, relații sau proces biologic, Paley trage

[1] William Paley, *Natural Theology* (New York: American Tract Society, nedatată), 15-16. Eu citez paginile după această ediție americană nedatată, dar care pare să fi fost tipărită la sfârșitul secolului al XIX-lea.

mereu aceeași concluzie, aceea că numai o divinitate omniprezentă și atotputernică putea realiza aceste minuni ale perfecțiunii mecanice, ale scopului și funcționalității și enorma diversitate de invenții pe care acestea le implică.

Ochiul și telescopul

Primul exemplu dat de Paley în *Natural Theology* este ochiul uman; el este prezentat în Capitolul III, „Application of the Argument". Eu îl citez, întrucât nu există alt mod mai bun de a-i etala cunoștințele de anatomie a ochiului sau abilitatea sa în argumentare.

La începutul capitolului, Paley arată că ochiul și telescopul „sunt create după aceleași principii; ambele fiind conforme legilor care guvernează transmisia și refracția razelor."[2] În speță, există o asemănare evidentă între lentilele unui telescop și „umorile ochiului", ca formă, poziție și abilitate de a converge razele de lumină la o distanță precisă de lentile — pe retină, în cazul ochiului.

Paley face două observații remarcabile care sporesc complexitatea și precizia alcătuirii ochiului. Prima observație este că razele de lumină ar trebui să fie refractate de o suprafață mai convexă când sunt transmise prin apă decât atunci când trec prin aer, către ochi. De aceea, „ochiul peștelui, în acea parte a sa, numită cristalin, este mult mai rotund decât ochiul animalelor terestre. Ce altă manifestare mai evidentă a proiectului poate exista decât această diferență? Ce altceva ar fi putut face constructorul unui instrument

---

[2] *Ibid.*, 20.

de precizie, pentru a-și arăta cunoștințele legate de acest principiu... ?«[3]

A doua observație remarcabilă făcută de Paley, care îi susține argumentarea, este distorsiunea dioptrică.

> Fasciculele de lumină, trecând prin lentile de sticlă, sunt separate în diferite culori, nuanțând obiectul, mai ales pe marginile lui, ca și cum ar fi văzut printr-o prismă. Corectarea acestei inconveniențe a fost mult timp un deziderat în artă. În cele din urmă, a venit un optician sagace, s-a întrebat cum se întâmplă aceasta la ochi, unde este de înfruntat exact aceeași dificultate ca și la telescop. Observarea lui l-a învățat, că în cazul ochiului, răul era corectat prin combinarea lentilelor compuse din diferite substanțe, adică din substanțe cu puteri de refracție diferite.«[4]

Constructorul telescopului a corectat distorsiunea dioptrică „prin imitarea, în ochelarii făcuți din diferite materiale, a efectelor diferitelor umori prin care trec razele soarelui înainte de a atinge fundul ochiului. Se putea ca acestea să se afle în ochi, fără vreun scop, sugerând opticianului singurele mijloace eficace de atingere a acelui scop?«[5]

Argument împotriva hazardului

Paley își rezumă argumentația expunând complexa anatomie funcțională a ochiului: ochiul este alcătuit, „mai întâi, dintr-o serie de lentile transparente — foarte diferite, trebuie spus, chiar în substanța lor, de materialele opace din care este compus, în general, restul

---

[3] *Ibid.*

[4] *Ibid.*, 22–23.

[5] *Ibid.*, 23.

corpului[6]. În al doilea rând, ochiul are retina, care, după cum subliniază Paley, este singura membrană neagră din corp, întinsă în spatele lentilelor, pentru a primi imaginea formată de fasciculele de lumină transmise prin ele și „plasată la distanța geometrică exactă la care, și doar la care, se poate forma o imagine distinctă, și anume, în punctul de întâlnire a razelor refractate"[7]. În al treilea rând, scrie el, ochiul posedă „o bogată comunicare nervoasă între această membrană (retina) și creier; comunicare fără de care, acțiunea luminii asupra membranei, modificată de către organ, nu ar mai servi scopului de a crea senzații."[8]

Se poate ca ochiul să fi ajuns astfel fără proiect sau fără vreun scop preconceput, ci doar ca rezultat al hazardului? Paley a respins hazardul, chiar în primul paragraf din *Natural Theology*, folosind retoric analogia:

> Plimbându-mă pe câmp, să presupunem că mă împiedic de o *piatră*, și întrebat fiind cum de a ajuns piatra acolo, aș putea răspunde, că, orice aș ști care să susțină contrariul, ea s-a aflat acolo dintotdeauna; nici nu mi-ar fi, poate, foarte ușor să arăt absurditatea acestui răspuns. Dar, să presupunem că aș găsi un *ceas* pe pământ, și ar apărea întrebarea cum de s-a întâmplat ca ceasul să fie acolo; nu m-aș putea gândi la răspunsul pe care l-am dat înainte, acela că, din câte știu eu, se poate ca ceasul să fi fost acolo mereu. Cu toate acestea, de ce acest răspuns nu ar putea fi valabil pentru ceas, ca și pentru piatră; de ce nu este admisibil și în al doilea caz, ca în primul? Din motivul acesta, și nu din altul, că, dacă am examina ceasul, am observa – ceea ce nu am putea descoperi în cazul pietrei – că acele câteva părți ale sale sunt încadrate și asamblate pentru un scop anume, *de exemplu*,

[6] *Ibid.*, 48.
[7] *Ibid.*
[8] *Ibid.*

că ele sunt astfel construite și aranjate, încât să producă mișcarea, și acea mișcare este astfel reglată, încât să indice fiecare oră a zilei; că, dacă părți diferite ar fi fost create altfel decât sunt sau plasate în oricare altă manieră decât cea în care sunt așezate, niciun fel de mișcare nu ar putea exista în acel mecanism sau, cel puțin, niciuna care să servească scopului pe care îl servește acum."[9]

Cu alte cuvinte, mecanismul ceasului este atât de complicat, încât nu ar fi putut să apară din întâmplare.

Relația sau complexitatea ireductibilă

Forța argumentării împotriva hazardului derivă, spune Paley, din ceea ce el numește „relație", o noțiune înrudită cu ceea ce unii autori contemporani numesc „complexitate ireductibilă."[10] Iată cum își formulează Paley argumentarea: „Când părți diferite contribuie la crearea unui singur efect sau, ceea ce este același lucru, când un efect este produs de acțiunea în comun a unor instrumente diferite, potrivirea acestor părți una cu cealaltă în scopul producerii efectului, prin acțiunea lor conjugată, este ceea ce eu numesc *relație*; și ori de câte ori se observă aceasta în lucrarea naturii sau a omului, mi se pare că poartă în sine, mărturia hotărâtoare a înțelegerii, a intenției și a artei."[11]

Rezultatele hazardului nu dovedesc vreo relație existentă între părți sau, după cum am putea spune, ele

[10] Vezi M. Behe, *Darwin's Black Box: The Biochemical Challenge to Evolution* (New York: The Free Press, 1996), Capitolul 2.

[11] Paley, *Natural Theology*, 175–176.

nu arată o complexitate organizată. El scrie că „un chist sebaceu, un neg, o aluniță, un coș" ar putea apărea întâmplător, dar niciodată, un ochi; „un bulgăre de pământ, o pietricică, o picătură, se prea poate", dar niciodată un ceas sau un telescop.

Paley observă „relația" nu numai dintre părțile componente ale unui organ, ca ochiul, rinichiul sau vezica urinară, dar și dintre diferitele părți, membre și organe care împreună alcătuiesc un animal și îl adaptează modului său aparte de viață: „În cazul *lebedei*, laba cu degetele unite, ciocul lățit, gâtul lung, posteriorul gros, stomacul erbivor, toate se află în relație una cu cealaltă... Picioarele cârtiței sunt făcute pentru săpat; gâtul, nasul, ochii, urechile și pielea sunt adaptate anume pentru viața subterană. [Într-un cuvânt,] aceasta este ceea ce numesc eu relație."[12]

Sunt pătruns de uimire și respect pentru cunoștințele biologice vaste și temeinice ale lui Paley. El vorbește despre vezica înotătoare a peștelui, dintele cu venin al viperei, gheara bâtlanului, stomacul cămilei, limba ciocănitoarei, trompa elefantului, aripa cârlig a liliacului, pânza păianjenului, ochii compuși și metamorfoza insectelor, licuricii, moluștele univalve și bivalve, împrăștierea semințelor ș.a.m.d., cu precizia și minuția celor mai competenți biologi ai vremii.

Complexitatea organizată și funcția cu un anumit scop, atestă, în fiecare caz, un proiectant inteligent, iar diversitatea, bogăția și universalitatea proiectelor dovedesc faptul că doar atotputernicul Creator ar putea fi acest Proiectant Inteligent.

---

[12] *Ibid.*, 180, 183.

Imperfecțiunile naturii

Totuși, teologia naturală a lui Paley întâmpină dificultăți atunci când încearcă să explice modul în care imperfecțiunile, defectele, durerea și cruzimea organismelor ar putea fi compatibile cu noțiunea de Creator. Capitolul XXIII din *Natural Theology* este intitulat „Of the Personality of the Deity" și mulți ar rămâne surprinși de buna sa intenție când, naiv și arogant, Paley pare să fie convins că el poate stabili atât faptul că Dumnezeu este o persoană, cât și „personalitatea" lui Dumnezeu și atributele Sale.

Întâi de toate, Paley vrea să demonstreze că „mecanismele", ca ochiul sau rinichiul, nu pot apărea prin legi și procese naturale, cum ar fi legile mecanicii ale lui Newton, care explică, de exemplu, mișcarea planetelor. Iată cum începe capitolul: „Mecanismul, o dată demonstrat, mi se pare că atestă... *personalitatea* [sublinierea lui Paley] Divinității, distingându-se de ceea ce, uneori, numim natură, iar, alteori, lege... Acum, cel care poate inventa și proiecta trebuie să fie o persoană. Aceste capacități constituie personalitatea, întrucât ele implică conștiință și gândire... Actele minții dovedesc existența minții; și mintea nu sălășluiește decât într-o persoană. Locașul intelectului este persoana."[13]

Apoi Paley trece la stabilirea „atributelor naturale ale Divinității", și anume, omnipotența, omnisciența, omniprezența, veșnicia, existența independentă, existența necesitară și spiritualitatea — toate acestea deduse de Paley din observarea proceselor naturale! Dar Paley

[13] *Ibid.*, 265.

este un scriitor onest care știe că are de înfruntat dificilele întrebări despre (1) organe sau părți aparent inutile sau superflue și (2) organe imperfecte și afectate de disfuncții.

Referitor la organele aparent superflue, Paley consideră două situații posibile: „uneori, fie modul de operare, fie utilitatea, sunt necunoscute."[14] În unele cazuri, noi nu cunoaștem funcția organului, deși știm că el este necesar supraviețuirii; în alte cazuri, nu știm dacă organul este necesar. Exemplele din prima categorie includ plămânii animalelor, despre care Paley știa că sunt necesari supraviețuirii, fără să știe totuși „despre acțiunea aerului asupra sângelui sau cum anume această acțiune este transmisă de către plămâni." El citează sistemul limfatic ca un al doilea exemplu de sistem indispensabil supraviețuirii, deși nu știa cum funcționează. Situațiile „pot fi numeroase; căci vor fi pe măsura ignoranței noastre... Fiecare progres al cunoașterii le va diminua numărul."[15]

Printre organele care s-ar putea să nu fie necesare supraviețuirii unui animal este splina, de care pare să nu fie nevoie, întrucât „a fost extirpată unui câine fără a-i afecta vizibil funcțiile vitale."[16] Cu toate acestea, se prea poate ca organul să îndeplinească o funcție necunoscută, fără a fi necesar supraviețuirii pe termen scurt.

În ceea ce privește imperfecțiunile naturii, iată explicația generală dată de Paley: „Neregulile sau imperfecțiunile sunt mici sau inexistente..., dar ele trebuie luate în considerație în raport cu dovezile ireproșabile

---

[14] *Ibid.*, 47.
[15] *Ibid.*
[16] *Ibid.*

pe care le posedăm, legate de abilitatea, puterea și rolul binefăcător dovedite în alte circumstanțe."[17]

Dar această explicație nu este satisfăcătoare. Dacă proiectul funcțional dovedește un Proiectant Inteligent, de ce deficiențele nu ar dovedi că Proiectantul nu este chiar omniscient sau omnipotent? Paley nu le poate susține pe amândouă. Mai mult, noi știm că unele deficiențe nu sunt doar simple imperfecțiuni, ci disfuncții totale, punând în pericol tocmai funcționarea organului sau a părții pe care trebuia să o servească. În ochiul uman, nervul optic, străbătând retina, formează în interiorul cavității oculare un punct orb. Acest defect nu se găsește și la ochiul calamarilor, care, de altfel, este la fel de complex ca și ochiul uman. Alături de imperfecțiunile proiectului, ciudățeniile, așa-zisele cruzimi și chiar sadismul, abundă în proiectul lumii vii. Prădătorii carnivori se comportă într-un mod ce pare crud, conform standardelor umane; paraziții par să fi fost creați cu un scop sadic, de vreme ce supraviețuiesc hrănind alte animale. Ritualurile de împerechere dintre masculi și femele la unele insecte, păienjeni și alte organisme ar putea fi considerate a fi pline de cruzime, după standardele umane. (Revin la acest subiect în Capitolul 8.)

Paley este suficient de onest pentru a recunoaște aceste dificultăți așa cum le știa, dar explicația lui nu se potrivește cu argumentarea sa generală. Chiar dacă disfuncțiile, actele de cruzime și de sadism din lumea vie ar fi rare, ceea ce nu este cazul, ele tot ar trebui să fie atribuite Proiectantului, dacă Acesta a conceput lumea vie.

[17] *Ibid.*, 46.

Predecesori și epigoni (predarwinieni)

Argumentul proiectului fusese propus deja de către unii Părinți ai Bisericii în primele secole ale erei creștine, pe baza armoniei și perfecțiunii universului. Fericitul Augustin (354–430) afirmă că „lumea însăși, prin perfecta ordine a schimbărilor și mișcărilor sale și prin marea frumusețe a lucrurilor vizibile, proclamă... că ea a fost creată, și că nu putea fi făcută decât de către un Dumnezeu inefabil și nevăzut în măreție, și... în frumusețe."[18]

În Evul Mediu, Toma d'Aquino a formulat argumentul proiectului ca pe al cincilea mod de a demonstra existența lui Dumnezeu. D'Aquino făcea distincție între adevăruri, cum ar fi Întruparea și Sfânta Treime, care pot fi cunoscute numai prin revelație divină, și adevărurile accesibile rațiunii umane, care includ și existența lui Dumnezeu. În a sa *Summa Theologiae*, d'Aquino avansează cinci modalități de a demonstra rațional faptul că Dumnezeu există. A cincia modalitate derivă din ordinea și intenționalitatea universului, ceea ce dovedește că a fost creat de o Inteligență Supremă. „Există o ființă inteligentă prin care toate lucrurile naturale sunt ghidate spre finalitatea lor; și pe această ființă noi o numim Dumnezeu."[19]

---

[18] Augustin, *The City of God*, editată și tradusă de R. W. Dyson (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998), 452–453. După cum a fost citat de M. Ruse, „The Argument from Design", in W. A. Dembski and M. Ruse, editori, *Debating Design: From Darwin to DNA* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004), 13–31.

[19] T. d'Aquino, *Summma Theologiae, Partea* I, 2,3; vol. 2, 27 (vezi nota 1, Capitolul 1).

Teologia naturală a fost defavorizată de Reformă. Martin Luther și Jean Calvin au negat că natura umană, coruptă după Cădere, ar putea ca, fără Revelație, să dobândească cunoașterea lui Dumnezeu și a atributelor Sale.

Înaintea lui Paley, cea mai expresivă și elaborată formulare a proiectului a fost *The Wisdom of God Manifested in the Works of Creation* (1691) de John Ray (1627–1705), cleric și naturalist englez. Ray considera ca o dovadă incontestabilă a înțelepciunii lui Dumnezeu faptul că toate componentele universului — stelele și planetele, precum și toate organismele — sunt create cu atâta înțelepciune încă de la început și funcționează perfect. „Cel mai convingător argument al Existenței Divinității", scrie Ray, „este admirabila Artă și Înțelepciune care se relevă în Calitatea Structurii, Ordinii și Dispoziției, în Finalitățile și utilizările tuturor părților și membrelor acestei mărețe alcătuiri a Cerului și Pământului."[20]

Pe continent, Voltaire (1694–1778), ca și alți filosofi ai Iluminismului, a acceptat argumentul proiectului. Voltaire a afirmat că așa cum existența ceasului dovedește existența ceasornicarului, proiectul și scopul, evidente în natură, dovedesc că universul a fost creat de o Inteligență Supremă.[21]

William Paley nu a fost singurul adept al argumentului proiectului în Marea Britanie din prima jumătate a secolului al XIX-lea. La câțiva ani după publicarea

[20] J. Ray, *The Wisdom of God, Manifested in the Works of Creation* (Londra, 1691), 33.

[21] Vezi „Voltaire, François-Marie Arouet de", în *The Encyclopedia of Philosophy*, vol. 8 (Londra: Macmillan, 1967), 262–270.

cărții *Natural Theology*, cel de-al optulea conte de Bridgewater a lăsat moștenire publicarea tratatelor care postulează „Puterea, Înțelepciunea și Bunătatea lui Dumnezeu sunt manifestate în Creație." Între 1833–1840 au fost publicate opt tratate, câteva dintre ele înglobând cu măiestrie cea mai autentică știință a vremii, având o influență considerabilă asupra oamenilor de rând și printre oamenii de știință. William Buckland, profesor de geologie la Universitatea Oxford, notează în *Geology and Mineralogy* (1836) distribuția în lume a cărbunelui și a minereurilor și continuă arătând că ele au fost depozitate în adâncuri, demonstrând evident, prevederea că ele vor servi populațiilor umane mai numeroase, care urmau să apară mult mai târziu. Această calitate atribuită Creatorului este deosebit de semnificativă, deoarece Buckland explicase în două tratate anterioare, *Vindiciae Geologicae* (1820) și *Reliquiae Diluvianae* (1823), sedimentarea, depozitarea fosilelor și formarea rocilor, drept procese naturale, fără a invoca directa intervenție a lui Dumnezeu.[22] Ulterior, alt geolog, Hugh Miller a formulat în *The Testimony of the Rocks* (1858), ceea ce eu numesc „argumentul frumuseții", conform căruia nu numai perfecțiunea proiectului, ci și frumusețea structurilor naturale găsite în straturile rocilor, în munți și în râuri, toate atestând intervenția Creatorului.

Unul dintre tratatele publicate datorită lui Bridgewater, *The Hand, Its Mechanisms and Vital Endowments*

---

[22] Vezi M. Roberts, „Intelligent Design. Some Geological, Historical, and Theological Questions" în *Debating Design: From Darwin to DNA*, editori W. A. Dembski and M. Ruse (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004), 282.

as Evincing Design, a fost scris de Sir Charles Bell, distins anatomist și chirurg, celebru pentru descoperirile sale în domeniul neurologiei, care, în 1836, a devenit profesor de chirurgie la Universitatea din Edinburgh. Bell urmează maniera de argumentare a lui Paley, examinând foarte detaliat proiectul extraordinar de util al mâinii umane, dar și perfecțiunea proiectului membrelor superioare folosite în scopuri diferite de diferite animale, în fiecare caz, servind nevoile și obiceiurile particulare ale posesorului: mâna omului pentru mânuirea obiectelor, piciorul câinelui pentru alergare și aripa păsării pentru zbor. „Acum trebuie să fie evident", conchide el, „că nimic mai prejos decât Puterea, care a creat dintru început, nu poate realiza asupra animalelor acele transformări care le fac să se adapteze condițiilor de viață: și anume, că organizarea lor este predeterminată și nu o consecință a condițiilor mediului înconjurător."[23]

Charles Darwin, pe când era încă student la Universitatea Cambridge între 1827 și 1831, a citit *Natural Theology* a lui Paley, care a făcut parte din programa universitară timp de aproape jumătate de secol, după moartea autorului ei. Darwin scrie în a sa *Autobiography* despre „marea încântare" și câștigul dobândit din citirea lui Paley: „Pentru a trece examenul de licență, era necesară și cunoașterea scrierilor lui Paley, *Evidences of Christianity* și *Moral Philosophy*... Logica... scrierii sale, *Natural Theology*, mi-a produs la fel de multă încântare ca și cea a lui Euclid. La vremea aceea, nu mi-am bătut capul cu premisele lui Paley;

[23] Citat de G. G. Simpson, *This View of Life* (*New* York: Harcourt, Brace and World, 1964), 192.

și, acceptându-le cu încredere, eram fermecat și convins de firul întregii sale argumentări."[24]

Totuși, ulterior, după ce s-a întors din călătoria sa de cinci ani în jurul lumii, pe vasul *Beagle*, Darwin va găsi o explicație științifică pentru proiectul organismelor. Prin aceasta, știința a realizat un progres. Acesta este subiectul la care voi trece acum.

[24] F. Darwin (editor), *Charles Darwin's Autobiography* (New York: Schuman, 1961), 34–35.

3

Revoluția lui Darwin: proiect fără proiectant

„Există grandoare în această viziune asupra vieții, cu cele câteva puteri ale ei, insuflată inițial, în câteva forme sau într-una; și... dintr-un început atât de simplu, s-au dezvoltat și se dezvoltă încontinuu forme dintre cele mai frumoase și minunate.“

CHARLES DARWIN,
Originea speciilor, p. 490

Charles Darwin (1809–1882) ocupă un loc de frunte în istoria gândirii occidentale, fiind apreciat pe bună dreptate pentru teoria evoluției. În *Originea...*, publicată în 1859, el a menționat dovezi în susținerea evoluției organismelor. Darwin nu a folosit termenul „evoluție“, care nu avea înțelesul de acum, ci s-a referit la evoluția organismelor prin sintagma „origine comună cu modificare“ și altele.

Totuși, Darwin a realizat ceva cu mult mai important pentru istoria culturii decât demonstrarea evoluției. Într-adevăr, consider că acumularea de dovezi pentru originea comună cu diversificare se poate, prea bine, să fi fost un obiectiv subsidiar al genialei opere a lui Darwin. Principalul subiect al capitolului de față este revendicarea faptului că *Originea speciilor* a lui Darwin este, întâi de toate, un efort susținut de rezolvare a problemei lui Paley, de a explica științific proiectul organismelor. Darwin încearcă să explice proiecta-

rea organismelor, complexitatea, diversitatea și admirabilele lor mecanisme, ca fiind rezultatul unor procese naturale. Dovada evoluției este făcută prin aceea că aceasta este o consecință necesară a propriei teorii a proiectului.

Introducerea și capitolele I–VIII din *Originea speciilor...* explică modul cum selecția naturală este răspunzătoare de adaptările și comportamentele organismelor, de „proiectul" lor. Argumentarea extinsă începe în Capitolul I, unde Darwin descrie selecția reușită a plantelor și animalelor domestice și, extrem de detaliat, succesul crescătorilor de porumbei, în căutarea de „varietăți" exotice. Succesul celor care cultivă plante și al celor care cresc animale dovedește cât de multe poate realiza selecția, profitând de variațiile spontane care apar la organisme, dar care, întâmplător, coincid cu obiectivele cultivatorilor și crescătorilor. O varietate (mutație), care apare pentru prima dată la un individ, poate fi multiplicată prin cultivare selectivă, astfel încât, după câteva generații, acea varietate să se fixeze într-un soi sau „rasă". Rasele cunoscute de câini, vite, pui și soiurile de plante comestibile au fost obținute prin acest proces de selecție, practicat de oameni care urmăreau anumite obiective.

Capitolele II–VIII din *Originea speciilor* se ocupă de argumentul modificărilor transmise de selecția naturală spre binele organismelor, mai mult decât de cel al selecției artificiale a trăsăturilor dorite de om. Ca o consecință a selecției naturale, organismele prezintă un proiect, au organe și funcții de adaptare. Proiectul organismelor, așa cum există ele în natură, nu este totuși „proiectul inteligent", impus de Dumnezeu ca Inginer Suprem sau de oameni; mai degrabă, el este rezultatul unui proces natural de selecție, care favori-

zează adaptarea organismelor la mediul lor înconjurător. În acest mod funcționează selecția naturală: indivizii, care prezintă modificări benefice, adică modificări ce le măresc probabilitatea supraviețuirii și a reproducerii, au mai mulți urmași decât indivizii aparținând acelorași specii, dar care au mai puține modificări benefice. În consecință, modificările benefice vor fi mai frecvente de-a lungul generațiilor; modificările mai puțin benefice sau cele dăunătoare vor fi eliminate din speciile respective. În cele din urmă, toți indivizii speciilor vor avea trăsături benefice; și noi trăsături vor continua să se acumuleze în timp.



Charles Darwin (1809–1882), aprox. 1854, descoperitorul selecției naturale. (Prin bunăvoința lui G. Evelyn Hutchison.)

Organismele au un proiect complex, dar acesta nu este o „complexitate ireductibilă", apărută dintr-o dată în cursul elaborării. Mai curând, potrivit teoriei selecției naturale a lui Darwin, proiectul s-a conturat treptat și cumulativ, pas cu pas, fiind favorizat de succesul reproductiv al indivizilor, cu alcătuiri din ce în ce mai complexe.

Dacă explicația lui Darwin privitoare la organizarea adaptabilă a ființelor vii este corectă, înseamnă că evoluția este o consecință a adaptării organismelor la medii de viață diferite, în locuri diferite, și la mereu schimbătoare condiții de mediu, de-a lungul timpului și pe măsură ce modificările ereditare devin disponibile la un moment dat, ceea ce mărește șansele organismelor de a supraviețui și a se reproduce. Dovada din *Originea speciilor...* în privința evoluției biologice este esențială pentru explicația dată de Darwin proiectului, întrucât ea implică faptul că evoluția biologică are loc, ceea ce și caută Darwin să demonstreze în mai tot restul cărții (capitolele IX–XIII).

În Capitolul XIV, de încheiere al *Originii speciilor*, Darwin revine la tema dominantă a adaptării și proiectului. Într-un paragraf final elocvent, Darwin afirmă „grandoarea" viziunii sale:

> Este interesant să privești un mal năpădit de o mulțime de plante, de diferite feluri, plin de păsări care cântă în tufișuri, de tot soiul de insecte care zboară și de viermi care se târăsc pe pământul jilav, și să te gândești că aceste forme *cu grijă construite*, *atât de diferite* una de cealaltă și dependente una de alta *într-un mod atât de complex*, au fost, toate, produse de legi ce acționează în jurul nostru. ... Astfel, din războiul naturii, din foamete și moarte, a apărut tocmai cel mai măreț lucru pe care am fost capabili să-l imaginăm, și anume,

apariția animalelor superioare. Există grandoare în această viziune asupra vieții, cu cele câteva puteri ale ei, insuflată inițial în câteva forme sau doar într-una; și aceasta, în timp ce planeta noastră a continuat să se rotească potrivit legilor fixe ale gravitației, dintr-un început atât de simplu, s-au dezvoltat și se dezvoltă *încontinuu forme dintre cele mai frumoase și minunate.*[1]

Originea speciilor... a lui Darwin abordează aceeași problematică ca și cea din opera lui Paley: cum se explică configurația adaptivă a organismelor și a părților lor, care sunt atât de evident „proiectate" pentru a îndeplini anumite funcțiuni. Darwin argumentează că modificările ereditare adaptive („modificări utile, într-un fel, fiecărei ființe") apar accidental, și că este puțin probabil ca ele să mărească șansele de reproducere ale purtătorilor lor. Succesul crescătorilor de porumbei și de animale dovedește clar manifestarea accidentală a utilelor modificări ereditare. În natură, de-a lungul generațiilor, argumentul lui Darwin continuă, modificările favorabile se vor păstra, multiplica și combina; cele nefavorabile vor fi eliminate. La un moment dat, Darwin afirmă categoric: „Nu văd nicio limitare a acestei puteri (selecția naturală) în a *adapta* fiecare formă, treptat și frumos, la cele mai complexe relații de viață."

În autobiografia sa, Darwin scria: „Vechiul argument al proiectului din natură, așa cum a fost el dat de Paley, care altădată mi se părea atât de convingător, cade acum, odată cu descoperirea legii selecției naturale. De pildă, nu mai putem afirma că minunata

---

[1] *On the Origin of Species. A Facsimile of the First Edition, with an Introduction by Ernst Mayr* (New York: Athenaeum, 1967), 489–490 (accentuare adăugată).

„balama" a unei scoici bivalve a fost creată de către o ființă inteligentă, așa cum balamaua unei uși a fost creată de un om."[2]

Selecția naturală a fost propusă de Darwin înainte de a fi explicat organizarea adaptivă sau „proiectul" ființelor vii; este un proces care conservă și favorizează adaptarea. Schimbarea evolutivă de-a lungul timpului și diversificarea evolutivă (multiplicarea speciilor) survin adesea ca derivate ale selecției naturale, stimulând în mediul lor înconjurător adaptarea organismelor. Totuși, schimbarea evolutivă nu este favorizată direct de selecția naturală și, de aceea, nu este o consecință necesară a ei. Într-adevăr, unele specii pot rămâne neschimbate pentru perioade îndelungate. De exemplu, Nautilus, Lingula și alte așa-zise „fosile vii" și-au păstrat neschimbată înfățișarea, timp de milioane de ani (a se vedea mai jos).

Teoriile evoluționiste

Toate culturile umane au formulat explicații ale originii lumii, a omului și a altor ființe. Iudaismul tradițional și creștinismul explică originea ființelor, a plantelor și adaptările lor la viața din mediul lor — aripi, branhii, mâini, flori — ca lucrare a mâinilor unui Dumnezeu omniscient. Printre primii Părinți ai Bisericii, Grigorie de Nyssa (335–394) și Augustin (354–430) au susținut că nu totul, toate speciile de plante și animale au fost create de Dumnezeu; mai degrabă, unele au apărut în timpuri istorice, din cele create de Dumnezeu.

---

[2] C. Darwin, *The Autobiography of Charles Darwin (1809–1882)*, editor N. Barlow (Londra: Collins, 1958).

Potrivit lui Grigorie de Nyssa, lumea a apărut în două etape succesive. Prima etapă, pasul creativ, este instantaneu; a doua etapă, pasul formativ, este gradual și se dezvoltă în timp. Potrivit lui Augustin, multe specii de plante și animale nu au fost create de Dumnezeu în mod direct, ci doar indirect, în potențialitatea lor (în a lor *rationes seminales)*, astfel încât să vină pe lume ulterior, prin procese naturale. Motivația lui Grigorie de Nyssa și a lui Augustin nu era științifică, ci teologică. De exemplu, Fericitul Augustin era preocupat de faptul că era imposibil să ții exemplare ale tuturor speciilor de animale pe o singură ambarcațiune, ca Arca lui Noe; unele specii trebuie să fi apărut numai după Potop.

Ideea că organismele s-ar putea schimba prin procese naturale nu a fost investigată ca subiect biologic de către teologii creștini din Evul Mediu, dar, de obicei, accidental, a fost considerată ca o posibilitate de către mulți dintre ei, printre care Albertus Magnus (1200–1280) și discipolul său, Toma d'Aquino (1224–1274). După ce a meditat asupra argumentelor, d'Aquino a conchis că dezvoltarea vietăților, precum viermii și muștele, dintr-o materie nevie, cum ar fi carnea alterată, nu era incompatibilă cu credința sau filosofia creștină, dar a lăsat în seama altora (a oamenilor de știință, în vorbirea curentă) să stabilească dacă aceasta s-a întâmplat cu adevărat.

Problema dacă organismele ar putea apărea spontan dintr-o materie moartă nu a fost elucidată decât câteva secole mai târziu, de către italianul Francesco Redi (1626–1698), unul dintre primii oameni de știință care au realizat experimente biologice cu probe martor corecte.

Redi a pus în recipiente diferite feluri de carne crudă; unele recipiente au fost închise ermetic, altele au fost acoperite cu tifon, astfel încât să poată pătrunde aerul, dar nu și muștele, iar altele au fost lăsate descoperite. Carnea a putrezit în toate recipientele, dar larve au apărut doar în recipientele neacoperite, în care intraseră muștele. Redi a fost atât poet, cât și medic, fiind cunoscut îndeosebi pentru lucrarea sa *Bacco in Toscana* (1685, Bachus în Toscana).

Cauza putrefacției a fost descoperită două secole mai târziu, de către contemporanul mai tânăr al lui Darwin, chimistul francez Louis Pasteur (1822–1895), unul dintre cei mai mari oameni de știință din toate timpurile. Pasteur a demonstrat că fermentația și putrefacția erau cauzate de organisme minuscule care puteau fi distruse prin căldură. Alimentele se descompun în contact cu germenii prezenți în aer. Germenii nu apar spontan în alimente. Îi datorăm lui Pasteur procesul de pasteurizare, distrugerea cu ajutorul căldurii a microorganismelor aflate în lapte, vin și bere, care astfel pot fi conservate prin evitarea contactului cu microorganismele din aer. Pasteur a mai demonstrat și că holera și rabia sunt cauzate de microorganisme și a inventat vaccinarea, tratamentul cu agenți infecțioși atenuați (sau distruși) care stimulează sistemul imunitar al animalelor și oamenilor, protejându-i, astfel, împotriva infecției.

Prima teorie extinsă a evoluției a fost propusă de către naturalistul francez Jean-Baptiste de Monet, Cavaler de Lamarck (1744–1829). În lucrarea sa *Philosophie zoologique* (1809, Filosofia zoologică), Lamarck susținea concepția iluministă, împărtășită de

intelectualii timpului său, conform căreia viețuitoarele au o evoluție, a cărei formă superioară este omul. Teoria evoluționistă a lui Lamarck afirmă că viețuitoarele evoluează de-a lungul unor perioade mari de timp, de la forme inferioare la cele superioare, un proces care încă se află în desfășurare, culminând întotdeauna cu omul. Strămoșii lui îndepărtați au fost viermi și alte viețuitoare inferioare, care au evoluat treptat în forme din ce în ce mai avansate, ajungând, în cele din urmă, oameni.

„Moștenirea caracterelor dobândite" este teoria cel mai adesea asociată cu numele lui Lamarck. Totuși, această teorie a fost, de fapt, un construct subsidiar al teoriei sale evoluționiste, acela că evoluția este un proces continuu și că viermii de azi vor produce oameni ca urmași îndepărtați ai lor. Ea susținea că animalele s-au adaptat la mediu prin obiceiurile lor, că modificările în interiorul corpurilor lor au loc prin „folosire și nefolosire." Folosirea unui organ sau a unei structuri fortifică; nefolosirea o distruge. Teoria lui Lamarck mai susținea și că acele caracteristici dobândite prin folosire și nefolosire ar fi moștenite. Această presupunere a fost denumită mai târziu moștenirea caracteristicilor dobândite (sau lamarckism). Ea a fost infirmată în secolul XX.

Teoria evoluționistă a lui Lamarck era mai mult metafizică decât științifică. El postula că viața posedă proprietatea înnăscută de a se îmbunătăți în timp, astfel încât progresul de la organisme inferioare la cele superioare ar surveni continuu, urmând mereu aceeași traiectorie a transformării din organisme inferioare în organisme superioare, mai complexe. O teorie evolu-

ționistă oarecum asemănătoare a fost formulată un secol mai târziu de către alt francez, filosoful Henri Bergson (1859–1941) în lucrarea, *L'Evolution créatrice* (1907, Evoluția creatoare).

Erasmus Darwin (1731–1802), medic și poet și bunicul lui Charles Darwin, a propus într-un limbaj mai mult poetic decât științific, o teorie a transmutării formelor de viață în cursul eonilor [epocilor] (*Zoonomia, or the Laws of Organic Life*, 1794–1796). Mult mai semnificativă pentru Charles Darwin a fost influența contemporanului și prietenului său mai vârstnic, eminentul geolog Sir Charles Lyell (1797–1875). În lucrarea sa, *Principles of Geology* (1830–1833), Lyell considera că trăsăturile fizice ale Pământului sunt urmările unor procese geologice majore acționând în perioade imense, incomparabil mai mari decât cele câteva mii de ani de la Creație, după cum se credea, în general, la acea vreme.

Charles Darwin și călătoria la bordul vasului *Beagle*

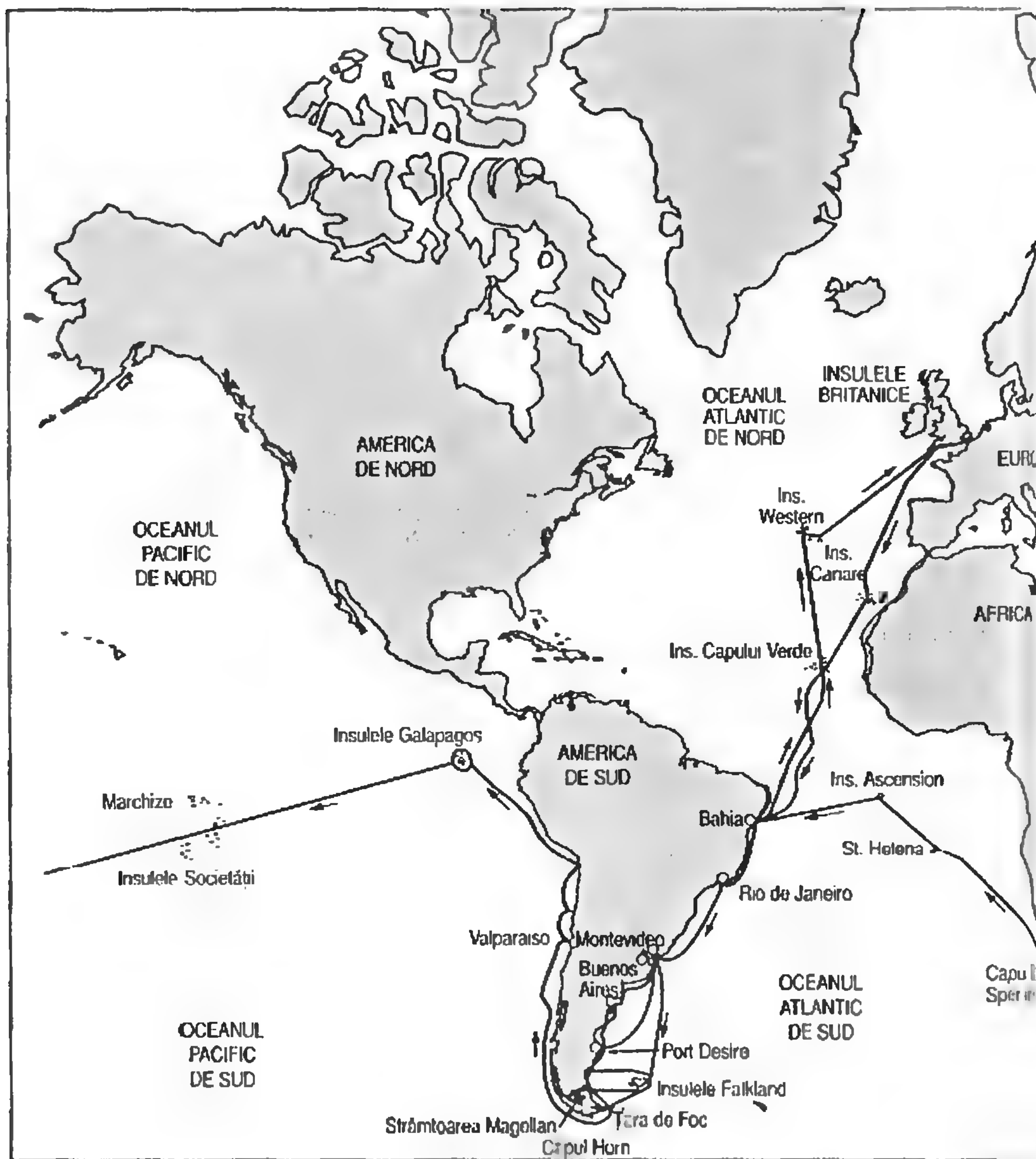
Charles Darwin era fiu și nepot de medici. El s-a înscris la Universitatea Edingurgh ca student la medicină. Totuși, după doi ani, el a plecat de la Edinburgh și s-a mutat la Universitatea Cambridge pentru a studia teologia. Darwin nu a fost un student excepțional, dar era foarte interesat de istoria naturală. La 27 decembrie 1831, curând după absolvire, el s-a îmbarcat ca naturalist, pe vasul Marinei Regale Britanice, *Beagle*, pentru o călătorie în jurul lumii care a durat până în octombrie 1836. În acea călătorie, Darwin a debarcat adeseori pentru lungi excursii pe uscat, și aduna speci-

mene naturale. Descoperirea fosilelor unor uriașe mamifere în Argentina și observarea a numeroase specii de păsări cântătoare (cinteze) în Insulele Galápagos au fost evenimente care au stimulat interesul lui Darwin pentru modul de apariție a speciilor.

Este posibil ca tot ce a observat pe Insulele Galápagos să fi avut cea mai mare influență asupra gândirii lui Darwin. Insulele, situate la ecuator, la 960 km de coasta vestică a Americii de Sud, fuseseră numite Galápagos (în spaniolă, broaște țestoase) de către exploratorii spanioli care le-au descoperit, din cauza numărului mare de broaște țestoase uriașe, diferite de la o insulă la alta și toate, diferite de cele cunoscute oriunde în lume. Broaștele țestoase se deplasau lent și produceau un zornăit, se hrăneau cu vegetație și căutau puținele ochiuri de apă proaspătă. Ele ar fi fost vulnerabile în fața prădătorilor, dacă aceștia ar fi existat pe insule.

Darwin a mai descoperit și șopârle uriașe care, spre deosebire de celelalte din specia lor, se hrănesc cu plante marine și păsări mici, destul de diferite de cele de pe continentul sud-american. Observațiile sale asupra câtorva specii de cinteze care se deosebeau, în special, la cioc, fiind adaptate anumitor obiceiuri de hrănire — spargerea nucilor, căutarea insectelor, apucarea viermilor — fac acum parte din principiile istoriei științei.

În afară de *Originea speciilor* (1859), Darwin a mai publicat multe alte lucrări, de remarcat fiind *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (1871), care extinde teoria selecției naturale și la evoluția umană.



Călătoria pe vasul *Beagle* (1831–1836).



ASIA
CHINA
JAPONIA
INDIA
Insulele Filipine
OCEANUL
INDIAN
Ins. Keeling
Madagascar
Mauritius
Ins. Bourbon
AUSTRALIA
Insulele Friendly
Golful Insulelor
Hobart
King George's Sound
Tasmania
NOUA ZEELANDĂ
OCEANUL
PACIFIC
DE SUD

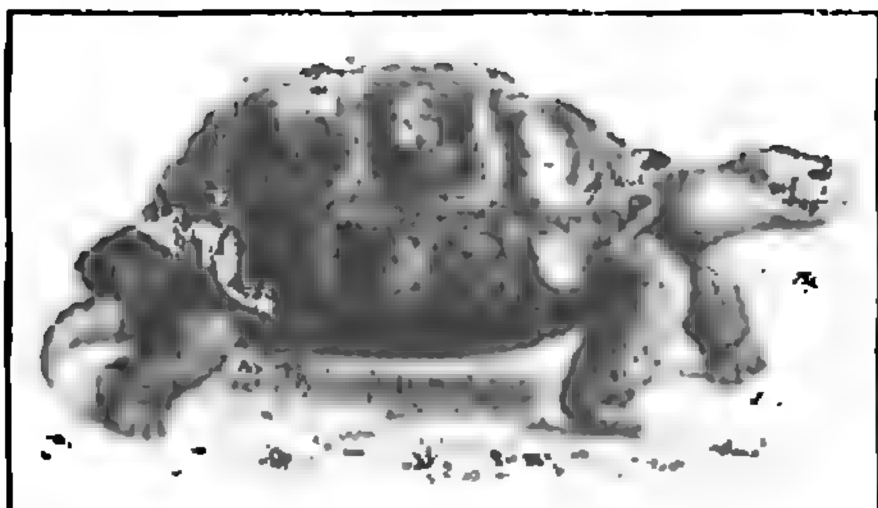
Copernic și Darwin

Există o versiune a istoriei ideilor care face o paralelă între revoluția copernicană și cea darwiniană. Din această perspectivă, revoluția copernicană a constat în deplasarea Pământului, din locul său anterior acceptat ca fiind centrul universului, pe un loc subaltern, ca o altă planetă care gravitează în jurul Soarelui. Într-o manieră asemănătoare, revoluția darwiniană constă în mutarea omului din înalta sa poziție de centru al vieții pe Pământ, alături de toate celelalte specii create pentru a sluji omenirea. Conform acestei versiuni a istoriei gândirii, Copernic și-a înfăptuit revoluția prin teoria heliocentrică a sistemului solar. Realizarea lui Darwin a constituit-o teoria sa a evoluției organice.[3]

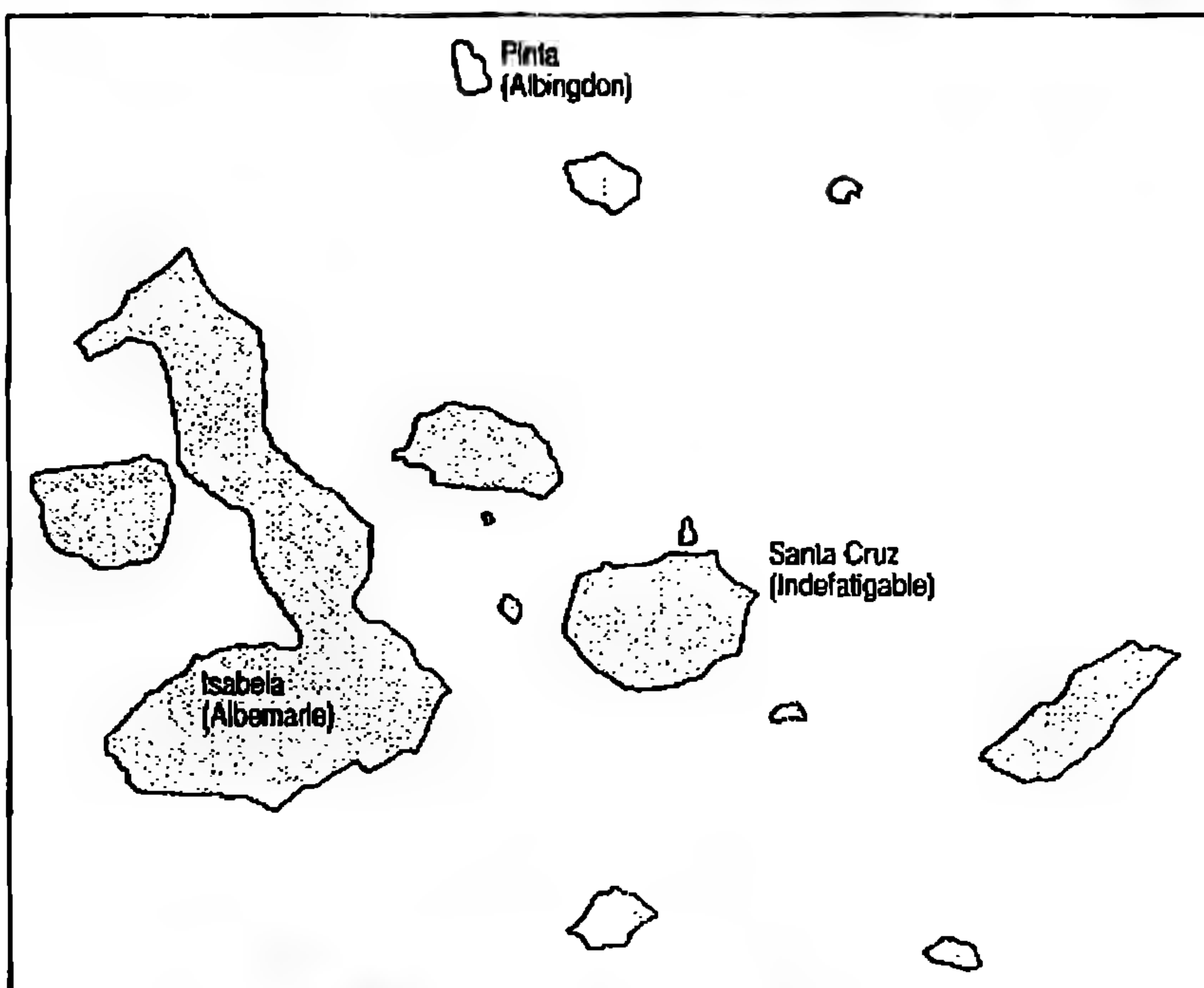
---

[3] Sigmund Freud (1856–1939) consideră aceste două revoluții ca fiind „jigniri", aduse imaginii de sine a umanității: „În cursul timpului, umanitatea a avut de îndurat din partea științei două mari atrocități asupra iubirii sale naive de sine. Prima a fost atunci când și-a dat seama că Pământul nostru nu este centrul universului, ci doar o pată minusculă într-un sistem de o dimensiune greu de imaginat; acest fapt este asociat în mintea noastră cu numele lui Copernic, deși doctrinele alexandrine învățau ceva foarte asemănător. Cea de-a doua a fost atunci când cercetarea biologică i-a răpit omului privilegiul său distinct, acela de a fi fost creat special și l-a degradat, la o obârșie din lumea animală, implicând în el o natură animalică neeradicabilă: această reevaluare a fost realizată în vremea noastră la instigarea lui Charles Darwin, Wallace și a predecesorilor lor, în pofida violentei opoziții a contemporanilor lor".

S.A. Freud, *A General Introduction to Psycho-Analysis* (publicată pentru prima dată în limba engleză în 1920), în *Great Books of the Western World,* vol. 54, *Freud,* editor M. Adler (Chicago: Encyclopaedia Britannica, Inc., 1993), 562. Freud afirmă apoi că „cea de-a treia și cea mai grea lovitură" dată dorinței de grandoare a fost dată în secolul XX de către psihanaliză, postulând că *egoul* omului „nu este stăpân nici măcar în propria casă." *Ibid.*

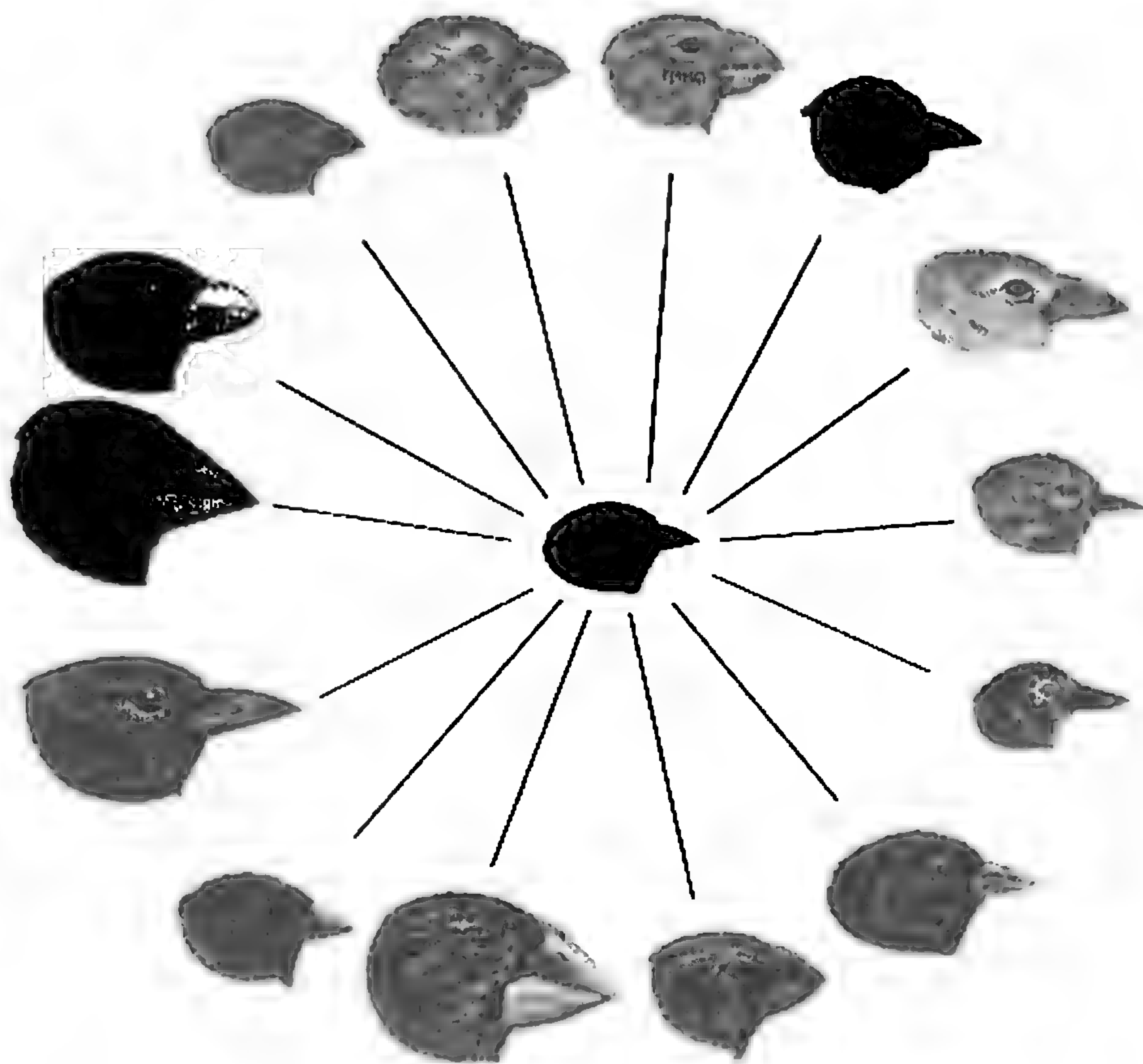

Testudo microphyes, Isabela I.


Testudo abingdonii, Pinta I.




Testudo ephippium, Santa Cruz I.

Insulele Galápagos, cu desenele a trei țestoase descoperite în insule diferite.



Cintezele lui Darwin. Paisprezece specii din Insulele Galápagos, care au evoluat dintr-un strămoș comun. Speciile se hrănesc diferit, și ciocurile lor s-au adaptat propriilor obiceiuri. (Adaptare după „Evolution, The Theory of", prin bunăvoința Encyclopaedia Britannica, Inc.)

Această versiune a celor două revoluții este inadecvată: ceea ce afirmă este adevărat, dar îi lipsește ceea ce este cel mai important în legătură cu aceste două revoluții din gândire, și anume, faptul că ele au marcat

începutul științei, în sensul modern al cuvântului. Aceste două revoluții pot fi considerate împreună ca fiind o singură Revoluție Științifică, cu două etape, cea copernicană și cea darwiniană.

Revoluția copernicană a început odată cu publicarea în 1543, anul morții lui Nicolaus Copernic, a lucrării sale *De revolutionibus orbium celestium* (Despre mișcările de revoluție ale corpurilor cerești) și a atins apogeul la publicarea, în 1687, a lucrării lui Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principiile matematice ale filosofiei naturale). Descoperirile făcute de Copernic, Kepler, Galileo, Newton și alții, în secolele al XVI-lea și al XVII-lea, au impus treptat o concepție asupra universului, ca materie aflată în mișcare, guvernată de legi naturale. S-a dovedit faptul că Pământul nu este centrul universului, ci o mică planetă care gravitează în jurul unui astru de mărime medie; și că mișcările planetelor în jurul soarelui pot fi explicate, pur și simplu, prin aceleași legi ale mișcării obiectelor fizice pe planeta noastră.[4]

Acestea și alte descoperiri au extins mult cunoașterea umană. Totuși, revoluția conceptuală era mult mai profundă: se recunoștea postulatul că universul se supune legilor imanente, responsabile pentru fenomenele naturale. Acțiunile universului erau aduse în domeniul științei: erau explicate prin legi naturale. Toate fenomenele fizice puteau fi explicate atâta timp cât cauzele erau cunoscute în mod adecvat.

---

[4] Legi ca $f=m \times a$, *forța = masa × accelerația;* sau inversul pătratului legii atracției, $f= g\ (m_1 \times m_2)\ /r^2$, forța de atracție dintre două corpuri este direct proporțională cu masa lor, dar invers proporțională cu pătratul distanței dintre ele.

Progresele fizicii ca urmare a revoluției copernicane au condus concepția omenirii asupra universului la o stare de lucruri schizoidă, care a persistat până la mijlocul secolului al XIX-lea. Explicațiile științifice derivate din legile naturale dominau lumea materiei nevii atât de pe Pământ, cât și din Ceruri. Explicații supranaturale, cum ar fi explicația proiectului lui Paley, care depindea de faptele insondabile ale Creatorului, erau responsabile pentru originea și configurația viețuitoarelor — cele mai diversificate, mai complexe și mai interesante realități ale lumii.

Geniul lui Darwin a fost cel care a soluționat această schizofrenie conceptuală. Darwin a completat revoluția copernicană deducând, pentru biologie, noțiunea de natură ca sistem de legi ale materiei în mișcare, pe care rațiunea umană îl poate explica fără a apela la factori supranaturali. Enigma pe care o înfrunta Darwin poate fi cu greu estimată. Argumentul proiectului care demonstra rolul Creatorului fusese formulat convingător de către Paley. Oriunde există o funcție sau un proiect, noi trebuie să-l căutăm pe autorul lui. Darwin are marele merit de a fi arătat că atât de complexa organizare și funcționare a viețuitoarelor poate fi rezultatul unui proces natural — selecția naturală — fără intervenția unui Creator sau a vreunui alt agent extern. Originea și adaptarea organismelor cu profundele și uimitoarele lor modificări au ajuns astfel în domeniul științei.

Darwin a acceptat că organismele sunt „proiectate“ pentru anumite scopuri, adică ele sunt organizate funcțional. Organismele sunt adaptate la anumite condiții de viață, iar membrele lor sunt adaptate pentru a îndeplini anumite funcții. Peștii sunt adaptați la viața acvatică, rinichii sunt proiectați să regleze compoziția sân-

gelui, mâna omului este făcută să apuce. Dar Darwin a continuat să susțină explicarea naturală a proiectului. Acum, aparentele scopuri ale viețuitoarelor puteau fi explicate, așa cum erau explicate fenomenele din lumea neînsuflețită, prin metode științifice, ca rezultat al legilor naturale manifestate în procesele naturale.

„Teoria" lui Darwin

Faptul că Darwin a considerat selecția naturală (mai mult decât demonstrarea evoluției) ca fiind cea mai importantă descoperire a sa rezultă din chiar viața și activitatea sa. Darwin însuși considera selecția naturală ca fiind cea mai mare descoperire a sa și o numea „teoria mea", lucru pe care nu l-a spus niciodată despre evoluția organismelor. Descoperirea selecției naturale, convingerea lui Darwin că aceasta este o descoperire extrem de importantă, întrucât era răspunsul științei la argumentul proiectului lui Paley, și faptul că Darwin a numit selecția naturală ca fiind „teoria mea" pot fi urmărite în „Red Notebook" și „Transmutation Notebooks B to E", pe care le-a început în martie 1837, la scurt timp după întoarcerea sa (în octombrie 1836) din călătoria cu vasul *Beagle*, și le-a finalizat la sfârșitul anului 1839.[5]

Evoluția organismelor era îndeobște acceptată de naturaliști la mijlocul secolului al XIX-lea, iar răspândirea speciilor exotice în America de Sud, în Insulele Galápagos și oriunde, precum și descoperirea rămășițelor de fosile ale unor animale demult dispărute, con-

[5] O prezentare a acestora se găsește în capitolul 3 din lucrarea lui N. Eldredge, *Darwin* (New York: Norton, 2005), 71–138.

firmau realitatea evoluției, concepută de mintea lui Darwin. Provocarea intelectuală consta în a explica originea diferitelor specii de organisme, modul în care cele noi s-au adaptat mediului lor de viață, acel „mister al misterelor", cum l-a numit mai vârstnicul contemporan al lui Darwin, cunoscutul om de știință și filosof, Sir John Herschel (1792–1871).

În *Notebooks* din 1837 și 1839, Darwin a consemnat descoperirea selecției naturale și s-a referit la ea, în mod repetat, numind-o „teoria mea". De atunci și până la moartea sa, în 1882, Darwin s-a consacrat demonstrării selecției naturale și a postulatelor ei adiacente, în special, larga răspândire a modificării ereditare și enorma fertilitate a organismelor, care depășeau cu mult capacitatea resurselor cunoscute. Pentru Darwin, selecția naturală a devenit „o teorie la care trebuie lucrat". El și-a continuat observațiile și a făcut experimente pentru a verifica teoria și a rezolva prezumtivele obiecții.

Alfred Russel Wallace (1823–1913) este considerat, independent de Darwin, descoperitorul selecției naturale ca proces care explică evoluția speciilor. La 18 iunie 1858, Darwin i-a scris lui Charles Lyell că primise prin poștă, de la Wallace, un scurt eseu, și că „chiar dacă Wallace ar fi avut ciorna [manuscrisul] scrisă în [1844] tot nu ar fi putut face un rezumat mai bun." Darwin era stupefiat.

Darwin și Wallace au început să corespondeze ocazional la sfârșitul anului 1855, pe când Wallace se afla în arhipelagul Malay, colecționând specimene biologice. În scrisorile sale, Darwin se arăta înțelegător și îl încuraja pe Wallace atunci când acesta era demoralizat de „obositoarea sa activitate". În 1858, lui Wallace i-a venit ideea selecției naturale ca explicație a schimbării

evolutive și voia să afle opinia lui Darwin în legătură cu această ipoteză, întrucât Wallace, ca mulți alții, știa că Darwin lucrase mulți ani la acest subiect și își discutase ideile cu alți oameni de știință, fiind considerat de aceștia drept un eminent expert în problemele evoluției biologice.

Darwin nu știa cum să reacționeze la scrisoarea lui Wallace. Voia să recunoască descoperirea selecției naturale de către Wallace, dar nu voia nici să renunțe la propria descoperire independentă. În cele din urmă, Sir Charles Lyell și Joseph Hooker au propus, cu acordul lui Darwin, ca scrisoarea lui Wallace și două dintre scrierile anterioare ale lui Darwin să fie prezentate la o reuniune a Linnean Society din Londra. La 1 iulie 1858, trei materiale au fost citite de către George Busk, subsecretarul societății, în ordinea datelor elaborării lor: un scurt rezumat al eseului de 230 de pagini scris de Darwin, în 1844; un „rezumat al rezumatului" pe care Darwin, îl trimisese botanistului american Asa Gray la 5 septembrie 1857; și eseul lui Wallace, „On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from Original Type"; Instability of Varietes Supposed to Prove the Permanent Distinctness of Species"[6]. La reuniune au participat aproximativ treizeci de persoane, dar între acestea nu se aflau Darwin și Wallace. Materialele au produs o reacție slabă și, de fapt, nu au fost dezbătute, semnificația lor părând că nu interesa asistența. Ea nu a fost menționată nici de Thomas Bell, președintele Linnean Society, care, în discursul susținut în luna mai a anului următor, declara afabil, că anul anterior nu fusese marcat de „niciuna dintre acele remarcabile descoperiri care revoluționează brusc" o ramură a științei.

Este însă remarcabilă descoperirea independentă a selecției naturale de către Wallace. Totuși, el nu a fost interesat de explicarea proiectului, ci, mai degrabă, de explicarea evoluției speciilor, după cum o indica și titlul lucrării sale „On the Tendency of Varieties to Depart Indefinitely from the Original Type". Wallace considera că evoluția continuă la nesfârșit și că este progresivă.[7] Darwin, dimpotrivă, nu accepta că evoluția ar reprezenta, în mod necesar, progres și avansare, și nici nu considera că evoluția are drept urmare o schimbare morfologică, în timp; mai degrabă, el știa de existența „fosilelor vii", organisme care rămăseseră neschimbate timp de milioane de ani. De exemplu, „unele dintre cele mai vechi animale siluriene, cum ar fi nautilus, lingula etc., care nu diferă mult de speciile vii."[8]

În 1858, Darwin lucra la un tratat în mai multe volume, care urma să fie intitulat „On Natural Selection." Lucrarea lui Wallace l-a stimulat pe Darwin să scrie *Originea speciilor*, care a fost publicată anul următor. Darwin voia ca aceasta să fie o versiune abreviată a unei lucrări mult mai ample pe care intenționa să o scrie. Așa cum am arătat anterior, în *Originea speciilor*, și nu numai, Darwin punea accent pe explicarea proiectului,

---

[6] Eseul lui Wallace a fost publicat în *Journal of the Proceedings of the Linnean Society of London (Zoology)* 3 (1858): 53–62. Cele două materiale ale lui Darwin au fost publicate în același număr.

[7] În lucrarea sa, Wallace scrie: „Considerăm că în natură există o tendință spre continuul progres al anumitor clase de modificări tot mai îndepărtate de tipul inițial — un progres față de care pare fără rost să se stabilească limite definite. Este un progres, cu pași mici, în diferite direcții... " Ibid., 53.

[8] Darwin, *The Origin of Species*, 306. Perioada siluriană se întinde de la 416 până la 444 milioane de ani în urmă.

în care evoluția juca rolul subsidiar al unei dovezi fundamentale.

Consecințele operei lui Darwin

Publicarea *Originii speciilor* a avut un mare succes de public. Oamenii de știință, politicienii, clericii și diverse persoane oficiale citeau și discutau cartea, apărând sau ridiculizând ideile lui Darwin. Cel mai vizibil actor al controverselor, care au urmat imediat după publicare, a fost biologul englez T.H. Huxley, cunoscut mai târziu ca „buldogul lui Darwin", și care a apărat teoria evoluției ferm și fără rezerve, atât în public, cât și prin scris.

Un mai tânăr contemporan englez al lui Darwin, cu o influență considerabilă asupra publicului în cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea și la începutul secolului XX, a fost Herbert Spencer. Mai curând filosof decât biolog, el a fost un susținător energic al ideilor evoluționiste, a popularizat o serie de teze, cum ar fi „supraviețuirea celui mai adaptat" (care a fost dezvoltată de Darwin în edițiile ulterioare ale *Originii speciilor*) și s-a lansat în speculații sociale și metafizice. Din păcate, ideile sale eronate au dăunat considerabil înțelegerii corecte și acceptării teoriei evoluției prin selecție naturală. Darwin a scris despre speculațiile lui Spencer că „maniera sa deductivă de tratare a unui subiect este cu totul opusă structurii gândirii mele... Generalizările sale fundamentale nu mi se par a fi de vreo utilitate strict științifică." Cea mai pernicioasă a fost extinderea condamnabilă de către Spencer și alții a noțiunii de „luptă pentru existență" la viața economică

și socială a oamenilor, noțiune care a devenit cunoscută sub denumirea de darwinism social.

Teoria lui Darwin a evoluției a fost dezbătută fervent în ultima parte a secolului al XIX-lea și după aceea. În primele trei decenii ale secolului XX, controversa s-a axat pe importanța mutațiilor genetice relativ la selecția naturală. La mijlocul secolului XX, progresele teoretice și acumularea de dovezi experimentale au avut ca urmare formularea teoriei moderne a evoluției, universal acceptată de către biologi. Cunoașterea proceselor evolutive a continuat să se dezvolte și chiar în ritm accelerat în zilele noastre, fiind adesea favorizată și prin descoperirile din cadrul altor discipline, cum ar fi biologia moleculară.

Voi reveni mai târziu la dovezile evoluției, începând cu Capitolul 5, dar, în Capitolul 4, voi prezenta selecția naturală, pilonul central al teoriei lui Darwin.

4

Selecția naturală

„Nu văd nicio limită a acestei forțe [selecția naturală], în adaptarea treptată și minunată a fiecărei forme la cele mai complexe condiții de viață."

CHARLES DARWIN,
Originea speciilor, p. 469

Selecția naturală a fost propusă de Darwin, în primul rând, pentru a explica organizarea adaptivă a viețuitoarelor; un proces care menține și favorizează adaptarea. Schimbarea evolutivă în timp și diversificarea evolutivă (multiplicarea speciilor) nu sunt favorizate în mod direct de către selecția naturală, dar ele apar adesea ca urmări ale selecției naturale, căci stimulează adaptarea la diferite medii de viață.

Iată un rezumat al teoriei selecției naturale, realizat de Darwin:

Poate fi deci considerată improbabilă, văzând că anumite variații utile oamenilor s-au produs fără tăgadă, ca și alte modificări utile în vreun fel, fiecărei ființe, în marea și complexa bătălie a vieții, fie că are loc uneori în decursul a mii de generații? Dacă se întâmplă aceasta, ne putem noi îndoi (amintindu-ne că se nasc mai mulți indivizi decât supraviețuiesc) că indivizii care prezintă orice avantaj, cât de mic, față de alții„ n-ar avea cea mai mare șansă de supraviețuire și de perpetuare a tipului său? Pe de altă parte, putem fi siguri că orice modificare, cât de cât dăunătoare, va fi dis-

trusă cu fermitate. Această conservare a modificărilor favorabile și această respingere a modificărilor dăunătoare, constituie ceea ce numesc eu „Selecție Naturală.[1]

Iată ce vrea să spună Darwin. Experiența agriculturii ne-a învățat că animalele și plantele prezintă din când în când noi variante în caracteristicile lor, astfel încât fermierii să le poată selecta pe cele dorite, cum ar fi, să zicem, porumbul cu boabele mai mari sau vacile care dau mai mult lapte. Aceste variante sunt ereditare, adică se transmit urmașilor. Bineînțeles, spune Darwin, modificările, care sunt benefice pentru organismele însele, trebuie, de asemenea, să apară la un moment dat, cum ar fi viteza mai mare a ghepardului sau o dispersie mai bună a ghindei stejarului. Aceste modificări sunt „folositoare" organismelor tocmai datorită faptului că ele le sporesc șansele de supraviețuire și perpetuare. În schimb, aceasta presupune că modificările avantajoase vor fi multiplicate de-a lungul generațiilor pe seama unor modificări mai puțin avantajoase. Acesta este procesul cunoscut drept „selecție naturală", iar evoluția este o consecință a lui. Punctul cheie este acela că selecția naturală — „conservarea modificărilor favorabile și respingerea celor dăunătoare", după cum se exprima Darwin — explică „proiectul" organismelor, de ce sunt ele bine alcătuite, astfel încât să poată funcționa în mediile înconjurătoare în care trăiesc. Un ghepard are mai multe prăzi; un copac cu mai multe frunze captează lumina solară într-un mod mai eficient.

---

[1] Darwin, *The Origin of Species*, 80–81.

Conceptul de selecție naturală

Darwin a consacrat mare parte a *Originii speciilor* explicării modului în care funcționează selecția naturală. Însă oamenii de știință au aflat mult mai multe în ultima jumătate de secol. Dacă ar fi să dăm o scurtă definiție care să surprindă esența procesului, am putea spune că selecția naturală este „reproducerea diferențiată a modificărilor ereditare", după cum o definesc adesea, succint, dicționarele. Pur și simplu, modificările utile se multiplică mai eficient de-a lungul generațiilor decât cele mai puțin utile (sau dăunătoare). Astfel, un ghepard capabil să alerge mai repede va avea mai multă pradă, și, de aceea, va trăi mai mult și va lăsa în urmă mai mulți urmași decât un ghepard mai lent. Astfel, o modificare ereditară care sporește viteza își va mări frecvența pe parcursul generațiilor și, în cele din urmă, va înlocui modificarea mai lentă.

Este evident că succinta definiție din paragraful anterior nu oferă o înțelegere satisfăcătoare a procesului selecției naturale și a modului în care acesta explică evoluția organismelor și proiectul lor. Așa cum nu am putea învăța prea multe lucruri despre Pământ definindu-l ca pe „cea de-a treia planetă care gravitează în jurul Soarelui." Putem înțelege mai bine extinzând definiția, după cum urmează: „Selecția naturală este reproducerea diferențiată a modificărilor alternative, determinată de faptul că unele modificări sunt benefice, întrucât sporesc probabilitatea ca organismele care le posedă să trăiască mai mult sau să fie mai fertile decât organismele care prezintă modificări alternative." Față de foarte scurta definiție anterioară, aceasta adaugă motivul pentru care are loc reproducerea diferențiată,

în speță, deoarece unele modificări sunt mai utile decât altele. Ea mai specifică și cele două componente principale ale reproducerii: supraviețuirea și fertilitatea. Dacă am vrea ca definiția să dea un plus de informație, referindu-ne și la rezultatul procesului, am adăuga următoarele: „De-a a lungul generațiilor, modificările benefice vor fi conservate și se vor multiplica; modificările dăunătoare sau mai puțin benefice vor fi eliminate." Ne-am mai putea referi în cadrul definiției și la consecințele pe termen lung ale procesului: „În cursul unor lungi perioade, selecția naturală modifică structura și funcționarea organismelor și le determină diversificarea (adică multiplicarea speciilor) pe măsură ce ele se adaptează la mediu."

Totuși, nu este posibilă formularea unei definiții *satisfăcătoare* a selecției naturale. Ceea ce voiam să spun în paragrafele anterioare este că o simplă definiție ne poate ajuta să ne concentrăm atenția asupra unui aspect important al selecției naturale, dar selecția naturală — ca oricare alt proces complex sau interesant din lume — nu poate fi satisfăcător definit doar în câteva cuvinte. Am putea dori să definim teoria moleculară a materiei spunând că ea afirmă că „orice entitate fizică, fie ea solidă, lichidă sau gazoasă, este alcătuită din molecule"; și am putea defini plăcile tectonice ca „mișcare a plăcilor continentale de jur împrejurul Pământului." În ambele cazuri, trebuie să se știe mult mai mult despre cele două teorii decât ceea ce este afirmat în scurte definiții; un plus de cunoaștere este oferit de numeroasele articole științifice și cărți referitoare la compoziția moleculară a materiei și la plăcile tectonice.

La fel, există multe cărți și nenumărate lucrări științifice care expun complexitatea procesului selecției

naturale: cărți și lucrări în care sunt dezvoltate modele și ecuații matematice corespunzătoare, care explică procesul selecției naturale și alte lucrări și cărți înfățișând experimente de laborator, ori cercetări ale selecției naturale în natură. Darwin a consacrat mare parte a *Originii speciilor* demonstrării și explicării selecției naturale. Mai mult, Darwin a scris câteva cărți în care explică modul de funcționare a selecției naturale, cărți consacrate, spre exemplu, evoluției orhideelor, scoicilor, râmelor, primatelor și oamenilor. În restul capitolului, pune accent pe unele trăsături importante ale procesului de selecție naturală, dar, bineînțeles, fără a fi exhaustiv, ceea ce ar necesita o expunere mult mai amplă.

Călugărul lui Darwin

Evoluția biologică este procesul de schimbare și diversificare în timp a viețuitoarelor, și ea afectează toate aspectele vieții lor — morfologia (forma și structura), fiziologia (funcționarea), comportamentul și ecologia (interacțiunea cu mediul). La baza acestor schimbări se află schimbările materialului ereditar. De aceea, în termeni genetici, evoluția constă în schimbări ale structurii eredității organismului.

Evoluția poate fi văzută ca un proces în doi timpi. Mai întâi, modificarea ereditară apare printr-o „mutație"; în al doilea, selecția are loc prin creșterea frecvenței modificărilor utile și eliminarea celor mai puțin utile sau dăunătoare, de-a lungul generațiilor. După cum explicam mai sus, modificările care apar printr-o mutație nu se transmit în mod egal, de la o generație la

alta.[2] Unele devin mai frecvente, întrucât sporesc abilitatea organismului de a supraviețui și/sau de a produce mai mulți urmași. Acum trebuie să explicăm prima etapă a procesului: cum apar mutațiile și cum sunt ele moștenite.

Cea mai mare dificultate în ceea ce privește explicarea proiectului, dată de Darwin, constă tocmai în faptul că nu se știa cum a fost făcut primul pas. De fapt, era total greșit modul în care se concepea apariția eredității biologice. Teoriile contemporane ale „eredității combinate" consideră că urmașii ating, pur și simplu, o medie a caracteristicilor parentale, așa cum, dacă s-ar amesteca vopsea roșie cu vopsea albă, s-ar obține culoarea roz. Totuși, Darwin își dădea seama că ereditatea combinată nu putea explica conservarea modificărilor, întrucât deosebirile dintre urmași diferiți s-ar înjumătăți cu fiecare generație, reducând rapid avantajul oricărei modificări pe măsură ce aceasta ar deveni obișnuită de-a lungul generațiilor; ea și-ar pierde gradual caracterul distinct și, prin urmare, orice posibile avantaje pe care le-ar fi avut inițial față de caracteristicile preexistente. (Această problemă este abordată mai detaliat în ultimul capitol al acestei cărți, care este destul de tehnic în unele privințe și, de aceea, poate să nu-i intereseze pe toți cititorii. De aceea, o voi rezuma aici.)

---

[2] Pentru a simplifica, folosesc termenul „mutație" pentru a cuprinde nu doar schimbările din interiorul unei singure gene, ci și inversiuni, transmutări și alte duplicări ale materialului genetic, precum și duplicări sau deplasări, fie ale unei singure gene, fie ale unor complexe de gene. În mod similar, atunci când mă refer la modificările genetice, am în vedere nu numai modificările unei singure gene, dar și modificările aranjamentelor genelor și ale complexelor de gene. Manualele de genetică explică aceste complexități, iar simplificările mele nu contrazic punctele de vedere ale acestei cărți.

Veriga lipsă din argumentul lui Darwin a fost oferită de genetica lui Mendel, opera unui oarecare călugăr augustinian, Gregor Mendel. La data când a fost publicată *Originea speciilor*, Mendel a demarat o lungă serie de experimente efectuate pe mazărea din grădina mănăstirii din Brünn, Austro-Ungaria [acum Brno, Republica Cehă.] Aceste experimente și analiza rezultatelor lor, care, după standarde, este cu adevărat un exemplu de metodă științifică, i-au permis lui Mendel să formuleze principiile teoriei eredității care este acceptată și azi. Această teorie explică moștenirea biologică prin anumiți factori (cunoscuți ca „gene"), care apar în pereche și sunt moșteniți câte unul de la fiecare părinte. Important este că cele două gene ale fiecărei trăsături nu se amestecă și nu se combină, ci se separă la formarea celulelor sexuale sau a gameților. De exemplu, o genă determină ca planta ca aceasta să fie înaltă; gena alternativă face ca aceasta să fie mică. Dacă se încrucișează o plantă înaltă cu una scundă, hibridul moștenește o genă de la fiecare părinte. În cazul hibrizilor, și nu numai în cel al mazării, hibridul poate fi ca unul dintre părinți, ca celălalt sau intermediar între cei doi. Descoperirea făcută de Mendel este importantă prin faptul că genele își păstrează caracterul distinct în hibrid și astfel sunt transmise de către acesta urmașilor lui. Este ca atunci când amesteci vopsea roșie cu vopsea albă, obții roz, dar, când scoți părți de vopsea roz, unele sunt roșii, iar altele, albe. Dacă amesteci părțile care sunt roșii, obții iarăși vopsea roșie. Aceasta contravine intuiției. Nu e de mirare că a fost nevoie de mulți ani și de geniul lui Mendel.

Totuși, Darwin n-a cunoscut descoperirile lui Mendel și, într-adevăr, ele nu au devenit cunoscute

decât în 1900, când au fost redescoperite, simultan, de către trei oameni de știință europeni.[3]

Modificările ereditare, favorabile sau nu organismelor, apar printr-un proces cunoscut sub numele de mutație, care schimbă o genă în alta. De exemplu, o genă care face ca o plantă să fie mică, se transformă într-una care face ca planta să fie înaltă. Detaliile procesului de mutație au fost elucidate treptat în secolul XX. În ceea ce privește evoluția, important este faptul că mutațiile nefavorabile sunt eliminate de selecția naturală, deoarece purtătorii acestora nu lasă descendenți sau lasă mai puțini decât cei care poartă mutații favorabile, alternative. Mutațiile favorabile se acumulează de-a lungul generațiilor, deoarece organismele în care apar au un număr mai mare de descendenți decât cei cu mutații nefavorabile. Procesul selecției naturale continuă indefinit, deoarece mediile ambiante ale organismelor sunt într-o continuă schimbare. Acestea se schimbă fizic — în ceea ce privește clima, configurația ș.a.m.d. —, precum și biologic, căci prădătorii, paraziții, rivalii și sursele de hrană, cu care interacționează un organism, evoluează și ele. Unele mutații sunt favorizate de unele medii ambiante sau „habitate"; pe măsură ce habitatele se schimbă (sau organismele colonizează

---

[3] Este remarcabil că teoria eredității propusă de Mendel, care a devenit cunoscută la doar câteva decenii după publicarea *Originii speciilor*, a oferit o explicație satisfăcătoare a evoluției prin selecție naturală, ceea ce nu făceau teoriile eredității prevalente pe vremea lui Darwin, inclusiv ipoteza sa a pangenezei, dezvoltată în volumul al doilea al lucrării *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (Londra: Murray, 1868, 411, 486). Unul dintre cele mai prețioase daruri pe care le-am primit vreodată este un exemplar din prima ediție, de o calitate ireproșabilă, a acestei cărți.

altele noi), organismele vor evolua. Mutația este un proces haotic. Mutațiile se produc fără a se ține seama de efectele lor asupra capacității organismelor de a supraviețui și de a se reproduce.

Dacă mutația ar fi singurul proces care afectează schimbarea evolutivă, organizarea viețuitoarelor s-ar dezintegra treptat. Efectele mutației în sine ar fi aceleași ca atunci când un mecanic ar schimba la întâmplare părțile unui motor de automobil, fără a ține seama de rolul părților acelui motor. Selecția naturală ține sub control efectele dezorganizatoare ale mutației, deoarece ea multiplică mutațiile benefice și le elimină pe cele dăunătoare.

Selecția naturală explică nu numai conservarea și îmbunătățirea organizării viețuitoarelor, ci și diversitatea lor. În diferite locuri sau în diferite circumstanțe, selecția naturală favorizează anumite trăsături, tocmai pe acelea care determină buna adaptare a organismelor la circumstanțele și modurile lor specifice de viață.

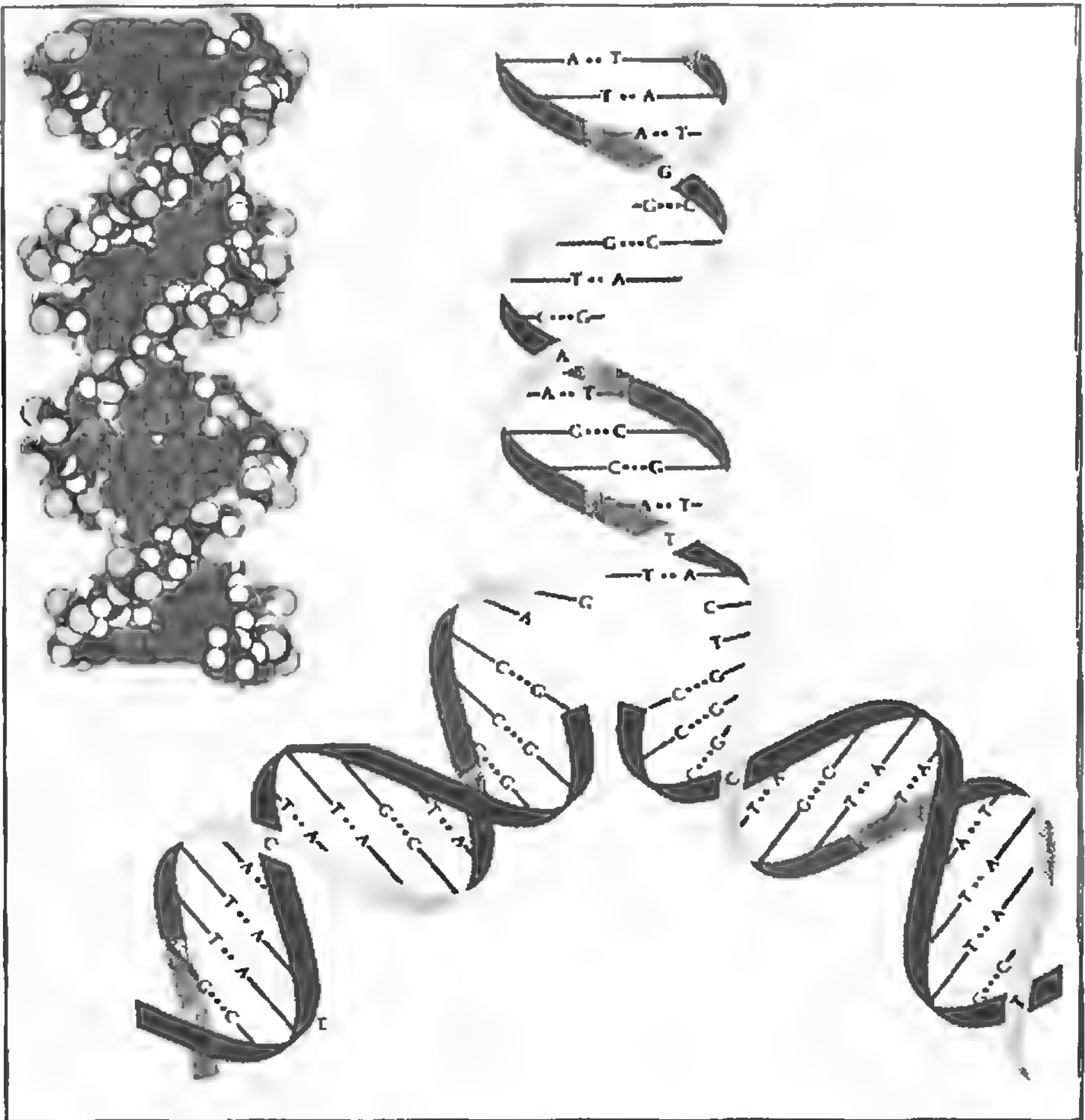
Mutațiile și ADN-ul

Se consideră că viața pe Pământ datează de acum 3,5 miliarde de ani, deși unii experți o plasează mai târziu. Organismele primordiale erau foarte mici și relativ simple, dar viețuitoarele au evoluat pornind de la acestea. În prezent, există mai mult de 2 milioane de specii cunoscute, extrem de diverse ca dimensiune, formă și mod de viață. Diversitatea este asigurată de moleculele de ADN (acidul dezoxiribonucleic) existente în fiecare celulă a unui organism.

ADN-ul este o moleculă dublu elicoidală, care conține informații în lunga succesiune a celor patru componente ale sale („nucleotide"), pe care oamenii de

știință le reprezintă prin literele A, C, G și T (simbolizând adenina, citozina, guanina și timina). Informația genetică este conținută în succesiunile acestor nucleotide, într-un mod asemănător celui în care se transmite informația semantică prin înșiruirea de litere din alfabetul englez. Cantitatea de informație genetică din organism este uriașă, deoarece lungimea totală a moleculelor de ADN ale unui organism este și ea uriașă. De exemplu, genomul uman — adică ADN-ul moștenit de fiecare om de la fiecare părinte — are o lungime de 3 miliarde de litere. Tipărirea unui genom uman ar presupune 1 000 de cărți, cu 1 000 de pagini fiecare și 3 000 de litere (cam 500 de cuvinte) pe pagină. Oamenii de știință nu tipăresc întregul genom uman sau al altor organisme; mai curând, informația ADN-ului este stocată electronic în computere.

Informația codificată în succesiunea nucleotidelor din ADN este, de obicei, reprodusă fidel în timpul multiplicării, astfel încât fiecare multiplicare are ca rezultat două molecule de ADN, identice una cu cealaltă și cu molecula parentală. Totuși, ereditatea nu este un proces de conservare perfect. Uneori, au loc mutații în molecula de ADN în timpul multiplicării, astfel că celulele fiice diferă de celulele parentale în succesiunea sau în cantitatea de ADN. Mutațiile implică adesea o singură literă (nucleotidă), dar, uneori, ele pot cuprinde câteva sau mai multe litere. O mutație apare pentru prima dată în ADN-ul unei singure celule din organism, și acel ADN nou și schimbat este transmis tuturor celulelor care provin din prima. Mutațiile care contează pentru evoluție sunt cele care au loc în celulele sexuale (ovule și spermă) sau în cele din care derivă celulele sexuale, deoarece acestea sunt celulele care produc generația următoare.



Stânga. Elicoida dublă a ADN-ului constă din două șiruri răsucite unul în jurul celuilalt. (ADN-ul este alcătuit din cinci tipuri de atomi reprezentați sub formă de cerc: hidrogen, oxigen, carbon, azot și fosfor.) *Dreapta.* În timpul multiplicării, cele două șiruri se desfac și fiecare servește drept model pentru sinteza unui șir complementar, astfel încât cele două spirale duble fiice să fie identice una cu cealaltă și cu molecula originară. Există patru tipuri de componente (nucleotide) reprezentate prin A, C, G și T, literele alfabetului genetic. În spirala dublă, A face pereche doar cu T, iar C cu G. Informația genetică este cuprinsă în succesiunea de litere de-a lungul ADN-ului — 3 miliarde, în fiecare genom uman.

A fost măsurată rata mutațiilor la o varietate largă de organisme, în special, la mutanții care prezintă efecte vizibile. La oameni și la alte organisme pluricelulare, frecvența reprezintă, de obicei, o mutație la 1 000 000 de celule sexuale.[4] Deși ratele mutațiilor sunt scăzute, în natură apar mereu noi mutanți, deoarece în fiecare specie există mulți indivizi și multe gene în fiecare dintre ei. Pe planetă există peste 6 miliarde de oameni. Dacă oricare mutație dată ar apărea o dată la fiecare un milion de oameni, în total, oamenii ar purta 6 000 de copii ale fiecărei mutații posibile.

Procesul mutației generează noi modificări genetice în cadrul fiecărei generații, în plus față de cele transmise de generațiile anterioare. Astfel, nu este surprinzător să vedem că, atunci când se produc schimbări ale mediului, speciile sunt capabile să se adapteze la ele. De exemplu, mai mult de 100 de specii de insecte au devenit rezistente la pesticidul DDT, în zonele unde a fost intens folosit. Deși insectele respective nu mai întâlniseră vreodată acest compus sintetic, mutațiile le-au oferit unele avantaje care le-au permis să supraviețuiască în prezența lui. Acea „adaptare" a fost rapid multiplicată prin selecția naturală.

---

[4] Gama ratelor mutațiilor este, de fapt, foarte largă, de la mai mult de una la o sută de mii și până la mai puțin de una la o sută de milioane. Mai mult, există diferite moduri de măsurare a ratelor mutațiilor: de exemplu, ratele schimbărilor oricărei *litere* date din secvența ADN-ului unei gene sau ale oricărei schimbări din cadrul unei anumite *gene* (care cuprinde sute sau mii de litere ale ADN). De asemenea, ratele sunt destul de diferite pentru mutațiile propriu-zise ale genelor și pentru reorganizări, copii și eliminări ale unor seturi de gene. Manualele de genetică oferă informații mai detaliate.

Rezistența bacteriilor și a paraziților provocatori de boli față de antibiotice și alte medicamente este o consecință a aceluiași proces. Când unei persoane i se administrează un antibiotic care ucide tocmai bacteria care a cauzat boala — să spunem, tuberculoza — cele mai multe bacterii mor, dar una la câteva milioane poate prezenta o mutație care să-i ofere rezistență față de antibiotic. Aceste bacterii rezistente vor supraviețui și se vor multiplica, și acel antibiotic nu va mai putea vindeca boala. Din acest motiv, medicina modernă tratează bolile bacteriene cu cocteiluri de antibiotice. Dacă incidența unei mutații, care conferă rezistență la unul din trei antibiotice, este de una la un milion, incidența unei singure bacterii care poartă trei mutații, fiecare dintre ele oferind rezistență la unul din trei antibiotice, este de una la un decalion (una la un milion de milioane de milioane); nu este probabil, ca să nu spunem că este chiar imposibil, ca o astfel de bacterie să existe la vreun bolnav.

Selecția naturală ca proces creativ

Selecția naturală este percepută uneori ca un proces de „purificare", de eliminare a mutațiilor dăunătoare. Dar selecția naturală este mult mai mult decât un proces pur și simplu negativ, întrucât este capabilă să genereze noutate prin creșterea probabilității unor combinații genetice, altfel extrem de improbabile. Selecția naturală este, astfel, un proces creativ. Deși nu „creează" entitățile componente pe baza cărora operează (mutații genetice), ea produce combinații adaptive care altfel nu ar fi putut exista.

Combinarea unităților genetice care poartă informația ereditară responsabilă de formarea ochiului vertebratelor nu ar fi putut fi niciodată produsă printr-un proces, pur și simplu, haotic, nici chiar dacă acesta ar fi durat mai bine de 3 milioane de ani, de când există viață pe Pământ. Acesta este argumentul avansat de susținătorii proiectului inteligent. Totuși, evoluția nu este un proces guvernat de evenimente haotice. Complicata anatomie a ochiului, ca și precisa funcționare a rinichiului sunt rezultatul unui proces coerent — selecția naturală.

Modul în care selecția naturală poate genera noutatea sub forma informației ereditare acumulate poate fi ilustrat de exemplul următor al unui experiment realizat cu *Escherichia coli,* bacterie unicelulară care se află în colonul omului și al altor mamifere. Unele tulpini de *Escherichia coli*, pentru a fi reproduse într-o cultură (într-o eprubetă care conține o soluție apoasă de zahăr), necesită ca o anumită substanță, aminoacidul histidină, să se afle în prezența zahărului. Când câteva astfel de bacterii sunt introduse într-o eprubetă cu o soluție de cultură care conține histidină, ele se multiplică rapid și produc între 20 și 30 de miliarde de bacterii într-o zi sau două. Dacă se adaugă la culturi o picătură de streptomicină, majoritatea bacteriilor vor muri, dar, după o zi sau două, cultura va genera iarăși miliarde de bacterii. De ce?

Mutațiile genetice spontane care determină rezistența la streptomicină apar haotic la bacterii normale (adică nerezistente), în rate de ordinul a 1 la 100 de milioane de celule bacteriene. Într-o cultură bacteriană care conține 20 până la 30 de miliarde de bacterii, ne așteptăm ca 200 până la 300 de bacterii să fie rezistente. Când într-o cultură se introduce streptomicină, supraviețuiesc doar celulele rezistente. Cele 200 până la 300 de bacterii care

supraviețuiesc vor începe să se reproducă și e nevoie de doar una sau două zile pentru ca prin diviziune celulară să se producă douăzeci sau treizeci de miliarde de bacterii, având toate rezistență la streptomicină.

Trecem acum la a doua etapă a acestui experiment. Celulele rezistente la streptomicină sunt transferate într-o cultură cu streptomicină, dar fără histidină (aminoacidul de care au nevoie pentru a crește și a se reproduce). Majoritatea bacteriilor nu se vor reproduce și vor muri; totuși, după o zi sau două, cultura va genera iarăși miliarde de bacterii. Aceasta, deoarece, printre celulele care au nevoie de aminoacid pentru a crește, mutanții capabili să se reproducă în absența histidinei apar spontan, cu o rată de 4 la 100 de milioane de bacterii. Dacă acea cultură are între 20 și 30 de miliarde de bacterii, aproximativ 1000 de bacterii vor supraviețui în absența histidinei și vor începe să se reproducă până când mediul disponibil este saturat de ele.

Astfel, selecția naturală a produs, în două etape, celulele bacteriene rezistente la streptomicină, fără a necesita histidină pentru creștere. Probabilitatea ca cele două mutații să se producă în același timp este de aproximativ 4 la 10 milioane de celule. Un eveniment cu o probabilitate atât de scăzută este puțin probabil să aibă loc chiar și într-o mare cultură de celule bacteriene, din laborator. Totuși, selecția naturală are, de obicei, ca rezultat, celule care posedă ambele proprietăți. O trăsătură „complexă", având două componente, a apărut prin procese naturale. Se înțelege că exemplul poate fi extins la trei, patru sau mai multe componente. La sfârșitul lungului proces de evoluție, avem organisme care prezintă fiecare trăsături „proiectate" pentru supraviețuire în propriul habitat.

Povestea unei maimuțe

Împotriva teoriei evoluționiste a lui Darwin criticii au adus exemple sau argumente care, susțin ei, atestă că procesele haotice nu pot produce rezultate semnificative și organizate. De exemplu, s-a subliniat că maimuțele, chiar o mare parte dintre ele, apăsând la întâmplare pe clapele mașinii de de scris, nu ar scrie niciodată titlul *Originea speciilor*, chiar dacă ar trece milioane de ani și multe generații de maimuțe ar bate la mașină. Acest argument este peremptoriu în privința oricărui proces haotic. Iar selecția naturală nu este un proces întâmplător. Este un proces care promovează adaptarea prin selectarea combinațiilor care „au rost", adică sunt utile organismelor. Gândiți-vă la următoarea modificare a exemplului cu maimuța.

Există un proces prin care cuvinte cu înțeles sunt alese ori de câte ori ele apar de la mașina de scris; cuvinte precum „și" , „așadar", „soarele", „răsare" etc. Aceste combinații simple de câteva litere vor apărea din când în când. Presupuneți, în continuare, că orice cuvânt care apare este transferat la claviatura unei alte mașini de scris. Bătăile întâmplătoare ale maimuțelor pe claviatura acestei a doua mașini de scris vor produce, acum, alte combinații, cum ar fi „și soarele răsare." Ori de câte ori apar combinații de cuvinte cu înțeles (adică propoziții), ele sunt transferate claviaturii celei de-a treia mașini de scris, pe care sunt selectate paragrafele apărute care au un înțeles, fiind ulterior încorporate claviaturii unei alte mașini de scris mai complicate ș.a.m.d. Este evident că, în cele din urmă, vor fi produse pagini întregi și chiar capitole „având sens". Totuși, produsul finit nu va fi un text „ireduc-

tibil complex". În natură, procesul de selecție naturală este cel care „alege" combinațiile care „au sens", ca în exemplul bacteriilor.

Nu mai este nevoie să continuăm analogia cu maimuța, întrucât este mai mult decât satisfăcătoare. Ceea ce vreau să accentuez, pentru cei care susțin că proiectul și adaptarea la mediu nu pot apărea prin procese întâmplătoare, este faptul că evoluția nu este rezultatul unor asemenea procese. Există un proces „selectiv" pentru combinațiile adaptive, întrucât unele se reproduc mai eficient și astfel ajung prevalente în cadrul populațiilor. În schimb, simplele combinații adaptive constituie noi niveluri de organizare pe baza cărora operează din nou procesele mutației (întâmplătoare) și ale selecției (coerente sau dirijate). Complexitatea organizațională a animalelor și plantelor a apărut ca o consecință a selecției naturale care acționa treptat, de-a lungul timpului.

Câteva sute de milioane de generații separă animalele de azi de primele animale din perioada cambriană (de acum 542 de milioane de ani). Numărul de mutații, care pot fi testate, și al celor selectate în final, la milioane de animale pe parcursul a milioane de generații, este greu de imaginat pentru mintea omului, dar este de la sine înțeles că acumularea a milioane de schimbări, avantajoase din punct de vedere funcțional, au putut produce organe complexe și adaptate, cum ar fi ochiul.

Un alt punct critic este acela că evoluția prin selecție naturală este un proces incremental, care operează în timp, producând organisme capabile să supraviețuiască și să se reproducă mai bine decât altele, care, de obicei, diferă unul de celălalt, într-un anumit moment, foarte puțin, cum ar fi, de exemplu, diferența de a avea sau nu

o enzimă capabilă să sintetizeze aminoacidul histidină. Se cunosc numeroase adaptări care implică una sau doar puține gene, ca în exemplul cu bacteriile. Una dintre acestea apare în cazul unor șoareci (*Chaetodipus intermedius*) care trăiesc în aflorimentele din Arizona. S-au găsit șoareci de culoarea nisipului în habitate de culoare deschisă, în timp ce șoareci închiși la culoare (melanici) prevalează în jurul unor roci de culoare închisă, formate din străvechile scurgeri de lavă bazaltică. Asemănarea dintre mediu și culoare îi apără pe șoareci de prădătorii tereștrii și aerieni care vânează ghidați în mare parte de vedere. Mutațiile unei singure gene (codificarea pentru receptorul-1 melanocortin, reprezentat prin *MC1R*) explică diferențierea în culoare deschisă și închisă.[5]

Adaptările care implică structuri, funcții și comportamente complexe, includ, de obicei, numeroase gene. Multe mamifere cunoscute, cu excepția marsupialelor, au placentă. Marsupialele includ cunoscutul cangur și multe alte mamifere din Australia și America de Sud. Câinii, pisicile, șoarecii, măgarii și primatele sunt placentare. Placenta face posibilă mărirea timpului în care embrionul aflat în dezvoltare este păstrat în interiorul mamei, pregătind astfel mai bine progenitura pentru supraviețuirea independentă. Totuși, placenta necesită adaptări complexe, cum ar fi suprimarea interacțiunilor imune dăunătoare dintre mamă și embrion, asigurarea embrionului cu nutrienți potriviți și cu oxigen și eliminarea reziduurilor embrionare. Placenta mamiferelor a

---

[5] M.W. Nachman, H.E. Hoekstra și S.L. D'Agostino, „The Genetic Basis of Adaptive Melanism in Pocket Mice", *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 100 (2003): 5268–5273.

apărut acum mai bine de 100 de milioane de ani și s-a dovedit a fi o adaptare de succes care a dus la dispariția majorității speciilor de marsupiale din Lumea Veche și în America de Nord. Placenta a apărut și la unele grupe de pești, cum ar fi *Poeciliopsis*. La unele specii, femelele asigură embrionului elemente nutritive prin ou (ca la puii de pasăre), dar nu asigură nutrienți în mod direct embrionului. Totuși, unele specii au dezvoltat o placentă prin care mama oferă embrionului în dezvoltare, nutrienți adiționali. Reconstituirea istoriei evoluției speciilor de *Poeciliopsis*, prin mijloacele biologiei moleculare, a arătat că placenta s-a dezvoltat independent în trei etape la această grupă de pești, iar complexele adaptări necesare s-au acumulat în mai puțin de 750 000 de ani.[6]

Este important de subliniat că această complexitate sporită nu este o consecință necesară a selecției naturale, ci apare întâmplător. Uneori, o mutație care sporește complexitatea va fi favorizată de selecția naturală, față de mutațiile care nu fac aceasta. Mutațiile care măresc complexitatea nu se acumulează neapărat în timp. Cele mai longevive grupe de organisme de pe Pământ sunt bacteriile microscopice, existente neîntrerupt pe planeta noastră, de aproximativ 3,5 miliarde de ani și prezintă o complexitate mai mare decât strămoșii lor de demult. Organismele mai complexe au apărut ulterior, fără eliminarea rudelor lor mai simple. De-a lungul timpului, pe Pământ, au apărut o multitudine de organisme complexe. De exemplu, primatele au apărut

---

[6] D.N. Reznick, M. Mateos, și M.S. Springer, „Independent Origins and Rapid Evolution of the Placenta in the Fish Genus *Poeciliopsis*", *Science* 298 (2002): 1018–1020.

pe Pământ abia acum 50 de milioane de ani; specia noastră, *Homo sapiens*, acum mai puțin de 200 000 de ani.

Selecția naturală produce combinații de gene care, altfel, ar fi extrem de improbabile, întrucât selecția naturală acționează treptat, după cum am ilustrat în experimentul cu bacteriile sau în cel ipotetic al maimuțelor care bat la mașina de scris. Ochiul uman nu a apărut dintr-o dată în toată perfecțiunea sa de acum. Formarea lui a necesitat integrarea potrivită a multor etape de mutații favorabile; el nu ar fi putut apărea doar în urma unor procese întâmplătoare și nici nu a apărut deodată sau doar în câteva etape. Timp de mai mult de jumătate de miliard de ani, strămoșii noștri au avut un fel de organe sensibile la lumină. Perceperea luminii și, ulterior, văzul au fost importante pentru supraviețuirea și succesul reproductiv al acestor organisme. În mod asemănător, selecția naturală a favorizat genele și combinațiile de gene care au sporit eficiența funcțională a ochiului. Astfel de mutații s-au acumulat gradual, ca în cazul evoluției placentei peștilor *Poeciliopsis*, conducând, în cele din urmă, la ochiul de mare complexitate și eficiență al vertebratelor. Selecția naturală nu este un proces creativ în sine, întrucât ea nu creează materia primă, mutațiile care apar întâmplător. Totuși, aceasta devine un proces creativ, prin determinarea de mutații favorabile care se răspândesc asupra multor generații ale tuturor speciilor și prin acumularea diferitelor mutații favorabile organismelor de-a lungul timpului.

Originea speciilor

Deși mutațiile genetice și selecția naturală sunt fundamentale, ele sunt doar sâmburele, ca să spunem așa,

rodnicului arbore care este întreaga teorie a evoluției. Altă etapă crucială a procesului evolutiv este cea numită „speciație“*

Speciația este un îndelung proces gradual.[7] Totuși, istoria vieții ne arată că, în timp, au loc multe tranziții, prin care un anumit tip de organism devine, în cele din urmă, un altul, foarte diferit. Cele mai timpurii organisme de pe Pământ au fost celulele asemănătoare bacteriilor. Bacteriile sunt organisme microscopice și unicelulare, ale căror material ereditar nu este propriu-zis un nucleu (de aici vine și denumirea de „procariote“ — fără karyon — care este cuvântul grecesc pentru nucleu). Eucariotele (cu nucleu) au celule mai mari și mai complexe decât celulele procariote. În interiorul celulelor eucariote există câteva „organite“, unde sunt îndeplinite funcții specializate, cum ar fi mitocondriile, în care este procesată majoritatea energiei celulei, și nucleul, care conține informația ereditară sub forma unui ADN organizat în cromozomi. Eucariotele au capacitatea de a se reproduce sexual prin fuziunea a două celule sexuale diferite sau gameți, și majoritatea fac aceasta. Majoritatea eucariotelor sunt, de asemenea, unicelulare și microscopice.

În primele 2 miliarde de ani de viață pe Pământ, existau doar procariote. Eucariotele unicelulare au apărut din fuziunea diferitelor procariote, dintre care unele au devenit organite, cu funcțiile lor subsidiare, în interiorul eucariotelor. În cele din urmă, acum aproxi-

---

* procesul de geneză, diferențiere și extincție a speciilor. (*N. tr.*)

[7] O utilă prezentare a procesului de speciație poate fi găsită în *Encyclopaedia Britannica* (Vol. 18, 2005) articolul despre „Evolution, The Theory of“, în special pp. 876–886.

mativ 1.5 miliarde de ani, au apărut organismele eucariote multicelulare, cu diviziunea între celule a funcțiilor — unele specializate în reproducere, altele devenind frunze, tulpini și rădăcini, la plante, sau la diferite organe și țesuturi, cum ar fi mușchi, nervi și oase, la animale.[8] Organizarea socială a indivizilor din cadrul unei specii este un alt mod de realizare a diviziunii funcționale, care poate fi destul de fixă, ca în cazul furnicilor și al albinelor sau mai flexibilă, ca în cazul turmelor de vite sau al coloniilor de primate.

Datorită caracterului gradual al evoluției, urmașii imediați diferă puțin și apoi, în special, cantitativ de strămoșii lor. Dar evoluția graduală poate aduce diferențieri mari în timp. Uneori evoluția morfologică graduală este asociată cu schimbările funcționale. Membrele superioare ale mamiferelor sunt de obicei adaptate pentru mers sau alergare, dar sunt adaptate și pentru scormonit pământul, în cazul cârtițelor, care trăiesc mai ales sub pământ; pentru cățărat și apucat, în cazul maimuțelor arboricole și al celor antropoide; pentru înotat, la delfini și balene și pentru zbor, la lilieci. Membrele superioare ale reptilelor au devenit aripi la urmașii lor, păsări. Penele au servit inițial pentru reglarea temperaturii, dar în cele din urmă ele au fost cooptate pentru zbor și au fost încorporate aripilor.

Modul în care organe complexe, cum ar fi ochiul uman, au apărut treptat din organe cu complexitate intermediară este dovedit în cazul moluștelor de azi

---

[8] Evoluția de la organismele unicelulare la cele pluricelulare este bine evidențiată, de exemplu, la *volvox* și la speciile înrudite, numite volvocade, unde doar trei sau patru gene sunt responsabile de formarea agregatului pluricelular și de diferențierea între celulele somatice și cele reproducătoare.

(calamari, moluște comestibile și melci), unde poate fi găsită o gradație de la cel mai simplu ochi imaginabil (doar o zonă constând din câteva celule pigmentate și având atașate fibre nervoase, așa cum au melcii turtiți), la o cavitate pigmentată (moluște cu cochilie bivalvă), apoi la o cavitate optică, cu un orificiu cu rol de lentilă (*nautilus* oceanic), la un ochi cu rudimentare lentile refractare, protejat de un strat de celule dermice servind drept cornee (melcii marini *murex*), la ochiul caracatițelor și al calamarilor, complex ca ochiul uman, cu cornee, iris, lentile refractare, retină, substanță internă vitroasă, nerv optic și mușchi. Voi reveni la evoluția ochiului în Capitolul 8.

Efectul Baldwin și determinarea sexului

Selecția naturală acționează într-o varietate infinită de moduri și provoacă rezultate care pot părea surprinzătoare. Luați ca exemplu efectul Baldwin. În 1896, evoluționistul James M. Baldwin a formulat ipoteza pe care a dezvoltat-o ulterior în 1902 și care a ajuns să fie cunoscută drept „efectul Baldwin". Ipoteza afirmă că reacțiile adaptive ale organismelor față de condițiile extreme ale mediului s-ar putea fixa genetic dacă acele condiții persistă. Gândiți-vă la adaptarea la mare altitudine. Când o persoană trece de la nivelul mării la nivelul munților înalți, organismul crește producția de globule roșii din sânge, întrucât este nevoie de mai multe asemenea celule pentru respirație, acolo unde aerul este rarefiat. Pentru cei care trec de la altitudini mici la altitudini mari (de exemplu, turiștii care vizitează vestigiile Machu Pichu din Anzii din Peru), această adaptare are loc treptat și organismelor lor le sunt necesare câteva

zile pentru a atinge o concentrație satisfăcătoare de globule roșii. Pentru oamenii care s-au mutat la altitudini mari și trăiesc acolo permanent, selecția naturală va favoriza mutațiile genetice care sporesc producția de globule roșii. Acesta este cazul populațiilor indigene sud-americane care trăiesc la altitudini mari în Anzi; organismele lor produc mai multe globule roșii decât ale celor care trăiesc la altitudini mai mici.

Mecanismul responsabil de efectul Baldwin a devenit cunoscut la mijlocul secolului al XIX-lea, ca o exemplificare a construcției teoretice cunoscută drept „normă de reacție", care se referă la plaja posibilelor configurații pe care le poate lua structura genetică a unui organism, când acesta trece prin diferite medii. S-a descoperit că diversele adaptări la diferite tipuri de organisme apar inițial ca expresii ale normei lor de reacție, dar că ulterior se fixează prin selecția naturală care promovează mutațiile genetice care fac ca adaptarea să fie permanentă, dacă condițiile de mediu persistă.

Efectul Baldwin a fost confirmat la toate tipurile de organisme. Recent, s-a descoperit că el implică schimbări specifice care controlează circuitele genelor. Un exemplu pe care eu îl consider a fi fascinant este mecanismul cromozomial al stabilirii sexului la animale. La oameni, ca și la alte mamifere, masculii au două tipuri diferite de cromozomi sexuali, X și Y, în timp ce femelele au doi cromozomi sexuali identici, XX. Totuși, la unele animale, sexul indivizilor depinde de mediu. La șopârle și la broaștele țestoase, sexul este determinat de temperatura ambientală la care se dezvoltă ouăle. La unele specii de aligator, ouăle produc întotdeauna femele atunci când sunt incubate la o temperatură de până la

48°C și masculi, când sunt incubate la 50°C sau mai mult. La începutul dezvoltării, organele sexuale aflate în formare (gonadele) sunt asemănătoare la toți indivizii. În timpul unei săptămâni cruciale din perioada de dezvoltare de nouă săptămâni, gonadele se diferențiază în testicule, care produc spermatozoizi (și, prin urmare, se dezvoltă masculi) sau într-un ovar cu ovule (astfel dezvoltându-se femele), în funcție de temperatură. La temperaturi între 48°C și 50°C, se produc proporțiile intermediare de masculi și femele (nu hermafrodite sau pseudohermafrodite).

Procesul este controlat de hormoni. Dacă ouăle de aligator care se dezvoltă la o temperatură producătoare de masculi (peste 50°C) sunt expuse la hormonul estradiol, ele se transformă în femele; în mod asemănător, inhibarea estradiolului determină producerea de masculi din ouă care se dezvoltă la o temperatură ce ar face să apară femele (sub 48°C). Acest efect se datorează unei gene disjunctoare, *SF-1.*[9]

La mamifere și la păsări, mecanismul determinării sexului se află, de asemenea, sub controlul unor factori ca proteina SF-1, dar producerea proteinei SF-1 este fixată genetic, în mod diferențiat la masculi și la femele. Întrucât descendențele s-au dezvoltat din reptile, una conducând la formarea păsărilor și cealaltă la formarea mamiferelor, stabilirea sexului s-a fixat în gene, astfel că sexul nu a mai depins de capriciile mediului. Totuși,

---

[9] La niveluri crescute ale proteinei SF-1, sunt produse enzime care sintetizează testosteronul și, astfel, iau naștere masculii. La niveluri scăzute ale proteinei SF-1, se formează o enzimă care transformă testosteronul în estrogen și apar femelele.

capriciile procesului evolutiv au avut două rezultate diferite, unul la mamifere și altul la păsări. La mamifere, cromozomul Y este o relicvă a străvechiului cromozom X, care a început să-și piardă majoritatea genelor cu milioane de ani în urmă. Un cromozom Y mult diminuat a menținut genele de determinare masculină, astfel încât indivizii care moșteneau cromozomul Y s-au dezvoltat invariabil ca masculi. În evoluția păsărilor, cromozomul care s-a diminuat a păstrat genele de determinare feminină (mai degrabă decât pe cele de determinare masculină). La păsări, femela este aceea care are o pereche egală de cromozomi de determinare a sexului (numiți ZW), în timp ce masculii au doi cromozomi identici (ZZ).

Efectul Baldwin a fost constatat și în multe alte cazuri interesante, incluzând stabilirea rangului la insectele sociale (furnici, termite și albine) și afinitatea hemoglobinei la oxigen. Efectul Baldwin este adeseori implicat în originea noutăților evoluției. Acestea sunt reorganizări ale morfologiilor preexistente, care apar inițial ca răspuns la schimbările de mediu (genomurile complexe prezintă o plasticitate enormă), dar care, în cele din urmă, se fixează genetic dacă schimbările de mediu specifice persistă și adaptarea contribuie în mare măsură la supraviețuire și la succesul reproductiv.[10]

---

[10] O analiză extensivă a efectului Baldwin și a altor procese evolutive care produc „noutăți" este prezentată în lucrarea M.J. West-Eberhard, *Developmental Plasticity and Evolution* (Oxford și New York Oxford University Press, 2003). Vezi și M.W. Kirschner și J.C. Gerhard, *The Plausibility of Life: Resolving Darwin's Dilemma* (New Haven și Londra: Yale University Press, 2005).

Oportunism *vs.* proiect

Un inginer are în minte o imagine a ceea ce vrea să proiecteze și va alege materialele corespunzătoare, ori va modifica proiectul, astfel încât acesta să îndeplinească funcția dorită. Din contră, selecția naturală nu are nicio anticipare, și nici nu operează în acord cu vreun plan preconceput. Mai curând, ea este un proces, pur și simplu, natural, rezultat din proprietățile care interacționează ale entităților fizico-chimice și biologice. Selecția naturală este o consecință a modului diferit de supraviețuire și reproducere a viețuitoarelor, așa după cum s-a arătat. Pare să aibă un scop, deoarece este condiționată de mediu: care organisme supraviețuiesc și se reproduc mai eficient — aceasta depinde de modificările pe care se întâmplă să le posede, și care le sunt utile sau benefice, în locul și timpul în care trăiesc.

Totuși, selecția naturală nu anticipează starea viitoare a mediului; unele schimbări drastice ale mediului ar putea deveni obstacole de netrecut pentru organisme anterior viguroase. De fapt, dispariția speciilor este o urmare firească a procesului evolutiv. Speciile existente azi reprezintă balanța între originea noilor specii și eventuala lor dispariție. Inventarul disponibil al speciilor de viețuitoare indică aproximativ 2 milioane de specii, dar se estimează că există cel puțin 10 milioane. Mai știm, de asemenea, că mai mult de 99 de procente din toate speciile care au existat vreodată pe Pământ au dispărut fără a lăsa urmași. Astfel, de la începuturile vieții pe Pământ, acum 3,5 miliarde de ani, numărul diferitelor specii care au trăit pe planeta noastră pare să depășească 1 miliard.

În ceea ce privește evoluția, nu există vreo entitate sau persoană care să selecteze combinațiile adaptive. Aceste combinații se autoselectează, întrucât organismele care le posedă se reproduc mai eficient decât cele care au mai puține modificări adaptive. Selecția naturală nu tinde să producă tipuri de organisme prestabilite, ci doar organisme adaptate mediilor lor de viață. Caracteristicile care vor fi selectate depind de modificările care se întâmplă să fie prezente la un anumit moment și într-un anumit loc. Și acestea, la rândul lor, depind de procesul aleator al mutației, ca și de trecutul organismelor (adică, de structura genetică pe care o au ca o consecință a evoluției lor anterioare). Selecția naturală este un proces „oportunist", care mărește „creativitatea" procesului de evoluție, ceea ce se exprimă în multiplicitatea și diversitatea speciilor. Variabilele care determină direcția pe care o va lua selecția naturală sunt mediul, alcătuirea anterioară a organismelor și mutațiile aleatorii.

Astfel, adaptarea la un anumit habitat poate avea loc pe diverse căi. De exemplu, unele plante s-au adaptat la un climat deșertic. Adaptarea lor fundamentală este cea la condiții de secetă, care amenință să le usuce... În cea mai mare parte a anului și, uneori, timp de mai mulți ani, nu există ploaie. Deci, plantele s-au adaptat la necesitatea urgentă de a economisi apa, în diferite moduri. Cactușii și-au transformat frunzele în țepi, evitând astfel evaporarea apei prin frunze; fotosinteza are loc la suprafața tulpinii și nu în frunze. În plus, ei și-au transformat tulpinile în recipiente care stochează o anumită rezervă de apă. Un al doilea mod de adaptare la deșert se poate vedea la unele plante care nu au frunze în anotimpul secetos, dar, după ce plouă, fac frunze și

flori și produc rapid semințe. Un al treilea mod de adaptare este cel al plantelor efemere, care germinează din semințe, cresc, înfloresc și produc semințe — toate doar în câteva săptămâni, cât au apă de la ploaie; în restul anului, semințele stau în pământ.

Hawaii – zonă a evoluției

Caracterul oportunist al selecției naturale este bine evidențiat de fenomenul cunoscut drept radiație adaptivă. Fiecare dintre continentele lumii are propria colecție distinctă de animale și plante. În Africa, sunt rinocerii, hipopotamii, leii, hienele, girafele, zebrele, lemurienii, maimuțele cu nas îngust și cozi nonprehensile, cimpanzeii și gorilele. America de Sud, care se află cam între aceleași latitudini ca Africa, nu are niciunul dintre aceste animale; în schimb, are pume, jaguari, tapiri, lame, ratoni, oposumi, armodiali și maimuțe cu nasul lat și cozi prehensile mari. Australia are o bogată varietate de mamifere marsupiale, care nu au placentă, astfel încât mare parte a dezvoltării puiului are loc în buzunarul extern al mamei, nu în uterul ei, în placentă. Marsupialele includ cangurii, dar și cârtițele, furnicarul și lupii tasmanieni.

Capriciile biogeografiei nu se datorează exclusiv adaptării la diferite medii de viață. Nu există niciun motiv care să ne facă să credem că animalele sud-americane nu sunt apte să trăiască în Africa sau că cele din Africa nu pot trăi în America de Sud. Când iepurii au fost aduși în Australia, pentru vânătoarea sportivă, ei s-au înmulțit peste așteptările celor care i-au adus și au devenit dăunători pentru agricultură. Insulele Hawaii aveau mamifere terestre native, dar când, pentru vână-

toare, au fost aduși mistreții și caprele sălbatice, în secolul al XIX-lea, înmulțirea lor excesivă a început să pună în pericol vegetația locală.

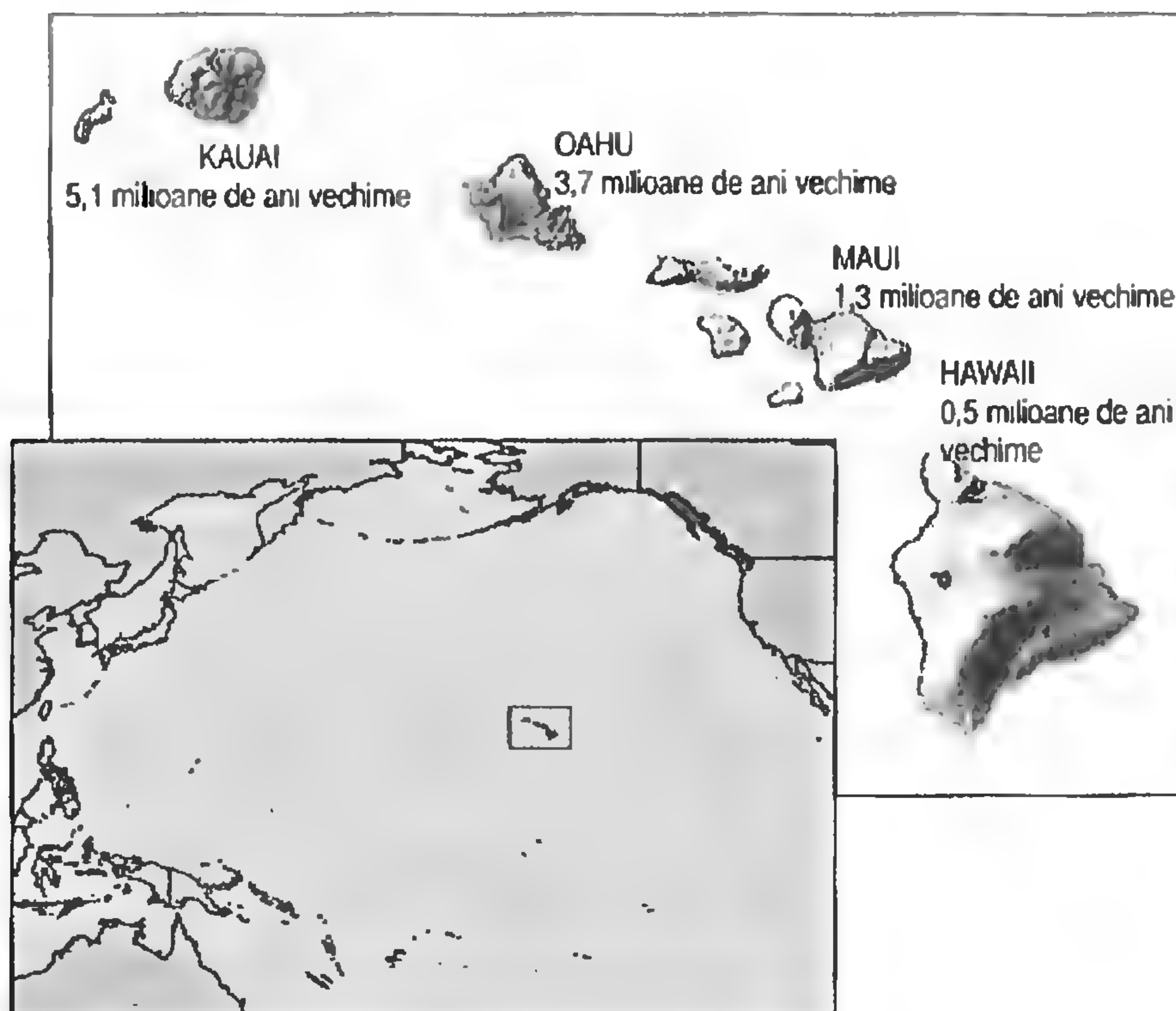
Capriciile biogeografiei (distribuția variabilă a organismelor pe Pământ) arată în mod clar caracterul oportunist al selecției naturale, căci un fapt ce ține de trecut, și anume că niște organisme au colonizat sau nu un anumit teritoriu, iar ocurența mutațiilor și alte evenimente aleatorii deschid unele căi de evoluție și le închid pe altele. Radiația adaptivă, la o scară mai redusă decât cea continentală, apare în insule aflate departe de marile întinderi de pământ. Darwin a fost mirat de țestoasele din Galápagos, de șopârlele uriașe, de pasărea cântătoare americană care imită sunetele altor păsări și de cinteze, atât de diferite de speciile de pe continent și de pe alte insule.

Dar mult mai îndepărtate decât Insulele Galápagos, sunt insulele Hawaii, situate la peste 3 200 km de continentul nord-american. În Hawaii, lipsesc multe feluri de plante și animale, în timp ce altele sunt endemice (adică nu se găsesc nicăieri în altă parte a Pământului), dar și extraordinar de diverse. Următorul tabel prezintă grupele de organisme cu specii numeroase și foarte diverse, native în Hawaii.

	Număr de specii	Procent de endemicitate
Ferigi	168	65
Plante cu flori	1 729	94
Melci	1 064	99+
Muște drosofile	510	100
Alte insecte	3 750	99+
Mamifere terestre	0	0

Cel mai vechi vulcan din marea insulă a Arhipelagului Hawaii este mai vechi de un milion de ani. Mauna Kea și Mauna Loa sunt mult mai tineri și Kilauea este încă activ. Kauai s-a format acum mai puțin de zece milioane de ani; alte insule au o vechime intermediară, vechimea crescând de la sud-est spre nord-vest. Formarea treptată a acestor insule vulcanice a avut ca urmare aduceri succesive de plante și animale și, prin urmare, diversificarea speciilor. Musculițele *Drosophila* sunt preferate de cercetătorii geneticieni, întrucât ele pot fi întreținute ușor în laborator și fără cheltuieli prea mari. Ecologia, comportamentul și genetica drosofilelor din Hawaii au fost intens studiate. În lume, sunt cunoscute aproximativ 1 500 de specii de *Drosophila*. Cam o treime din ele sunt în Hawaii și nicăieri în altă parte, deși întreaga suprafață a arhipelagului reprezintă mai puțin de a douăzecia parte din suprafața Californiei sau a Germaniei. Mai mult, diversitatea morfologică și comportamentală a *Drosophilei* din Hawaii o depășește pe cea a *Drosophilei* din restul lumii. În Hawaii, există peste 1 000 de specii de melci tereștri, toți evoluând sau dezvoltându-se în arhipelag. Există 72 de specii de păsări și toate, cu excepția uneia, trăiesc doar acolo.

Cum de a avut loc o astfel de evoluție „explozivă" în Hawaii? Supraabundența musculițelor de oțet de acolo contrastează cu absența multor altor insecte băștinașe, cum ar fi țânțarii și gândacii. Din cauza izolării, insulele Hawaii au fost rareori atinse de plante și animale colonizatoare. Unele care au ajuns pe insule au găsit habitate potrivite fără rivali sau prădători. Strămoșii drosofilelor din Hawaii au fost aduși în arhipelag de curenții de aer sau de epavele plutitoare, înainte ca alte grupe de insecte să ajungă acolo și astfel, au găsit o



Insulele Hawaii (cu inserția Oceanului Pacific) la mai mult de 3 200 km de cel mai apropiat continent. Aceste insule vulcanice, formate cu aproximativ 5 milioane (Kauai) și 500 000 (Hawaii) de ani în urmă. (Inserția cu Oceanul Pacific, prin bunăvoința NOAA Coastal Services Center.)

multitudine de condiții prielnice. Ele au evoluat rapid și s-au diversificat prin exploatarea resurselor disponibile. Dintr-o singură specie inițială au derivat mai mult de 500 de specii (după cum se știe din studiile genetice). Ele s-au adaptat la diversitatea de șanse disponibile în diverse nișe, dezvoltând adaptări adecvate, care se observă de la o specie la alta. În Hawaii, unele specii de *drosofila* se hrănesc pe seama frunzelor putrede din păduri; altele pe seama florilor; altele pe seama fungilor ș.a.m.d.

Îndepărtarea geografică a insulelor Hawaii este o explicație mai rațională pentru explozia diversității câtorva tipuri de organisme — cum ar fi drosofilele, melcii tereştri şi păsările — decât o preferință exagerată a Creatorului, de a oferi arhipelagului numeroase drosofile sau un refuz special de a-i oferi țânțari, gândaci sau alte insecte. Nu există mamifere terestre native în Hawaii; mamiferele nu au existat acolo până când nu au fost aduse de oameni.

Întâmplare și necesitate

Procesul selecției naturale poate explica atât proiectul organismelor, cât și diversitatea și evoluția lor, ca o consecință a adaptării lor la diversele și mereu-schimbătoarele condiții de viață. Fosilele arată că viața s-a dezvoltat întâmplător. Răspândirea unor grupuri de organisme, expansiunile numerice și teritoriale ale altor grupuri, înlocuirea unor tipuri de organisme cu altele, ocurența întâmplătoare, dar neregulată a tendinței de creșteri sau de schimbări, dar și disparițiile permanente sunt cel mai bine explicate prin selecția naturală a organismelor, subiect al capriciilor mutației genetice, a schimbării mediului și istoriei trecute. Explicația ştiințifică a acestor evenimente nu necesită un recurs la un plan prestabilit, fie el imprimat de la început sau prin intervenții succesive de către un Proiectant omniprezent și atotputernic. Evoluția biologică se deosebește de o pictură sau de un artefact prin aceea că ea nu este rezultatul unui proiect preconceput. Proiectul organismelor nu este inteligent, ci imperfect şi, uneori, complet disfuncțional, după cum vom vedea în paginile următoare.

Selecția naturală explică „proiectul“ organismelor, deoarece modificările adaptive tind să crească probabilitatea supraviețuirii și a reproducerii purtătorilor lor, pe seama modificărilor neadaptive sau mai puțin adaptive. Argumentele susținătorilor proiectului inteligent, care afirmă incredibila improbabilitate a unor evenimente întâmplătoare, ca mutația, pentru a explica adaptările organismelor, sunt irelevante întrucât evoluția nu este guvernată de mutații întâmplătoare. Mai degrabă, există un proces natural (și anume, selecția naturală) care nu este întâmplător, ci orientat și capabil să genereze ordine sau să „creeze“. Aceste trăsături pe care organismele le dobândesc în istoriile lor evoluționiste nu sunt fortuite, ci, mai curând sunt determinate de utilitatea lor funcțională pentru organisme, utilitate proiectată deci să satisfacă nevoile vieții lor.

Întâmplarea este totuși o parte integrantă a procesului evolutiv. Mutațiile, care produc modificările ereditare utile selecției naturale, apar întâmplător. Mutațiile sunt evenimente întâmplătoare, deoarece (1) ele sunt excepții rare ale fidelității procesului de replicare a ADN-ului și (2) deoarece nu există vreo posibilitate de a cunoaște gena care va suferi o mutație într-o anumită celulă sau la un anumit individ. Cu toate acestea, semnificația cuvântului „întâmplător“ care este extrem de important pentru înțelegerea procesului evolutiv este aceea că (3) mutațiile nu au o orientare în ceea ce privește evoluția; ele apar independent de faptul că sunt sau nu benefice, ori dăunătoare organismelor. Unele sunt benefice, majoritatea însă nu, și numai cele benefice sunt încorporate organismelor prin selecție naturală.

Caracterul adaptiv întâmplător al procesului mutației (ca și capriciile altor procese care joacă un rol în

marele teatru al vieții) este contracarat de selecția naturală, care conservă ceea ce este folositor și elimină ceea ce este dăunător. Fără mutații ereditare, evoluția nu ar putea avea loc, deoarece nu ar mai putea exista modificări care să fie transmise diferențial de la o generație la alta. Dar fără selecție naturală, procesul mutației ar produce dezorganizare și dispariție, deoarece majoritatea mutațiilor sunt dezavantajoase. Mutația și selecția au determinat împreună minunatul proces care, pornind de la organismele microscopice, a produs orhideele, păsările și oamenii.

A sosit acum momentul să recapitulăm dovezile în favoarea evoluției, începând în Capitolul 5, cu dovezile existente în vremea lui Darwin: fosilele; anatomia comparată; embriologia comparată; și biogeografia, răspândirea geografică a organismelor.

5

Argumente pentru evoluție

„De ce speciile care se presupune că au fost create în Arhipelagul Galápagos, și nicăieri în altă parte, poartă atât de evident amprenta afinității cu cele create în America?"

CHARLES DARWIN,
Originea speciilor, p. 398

Următoarea afirmație i-ar putea uimi pe unii cititori: nu mai există necunoscute în istoria evoluționistă a organismelor. Această aserțiune îi va surprinde pe cei care au tot auzit despre „verigile lipsă", despre absența fosilelor intermediare între reptile și păsări sau între pești și tetrapode și despre „explozia cambriană."

Explozia evoluționistă care a avut loc în ultimii ani este legată de cunoaștere și nu de era cambriană: biologia moleculară a făcut posibilă reconstituirea „arborelui universal al vieții", continuitatea succesiunii pornind de la primele forme de viață, ancestrale pentru toate organismele, până la toate speciile existente acum pe Pământ. Principalele ramuri ale arborelui vieții au fost reconstituite în întregime și extrem de detaliat. Alte detalii referitoare la alte și alte ramuri ale arborelui universal sunt publicate lunar în zeci de articole științifice. Informația evoluționistă teoretic nelimitată, codificată în secvența ADN-ului organismelor, permite evoluționiștilor să reconstituie toate relațiile de evoluție care au dus la organismele existente în zilele noastre, cu detalie-

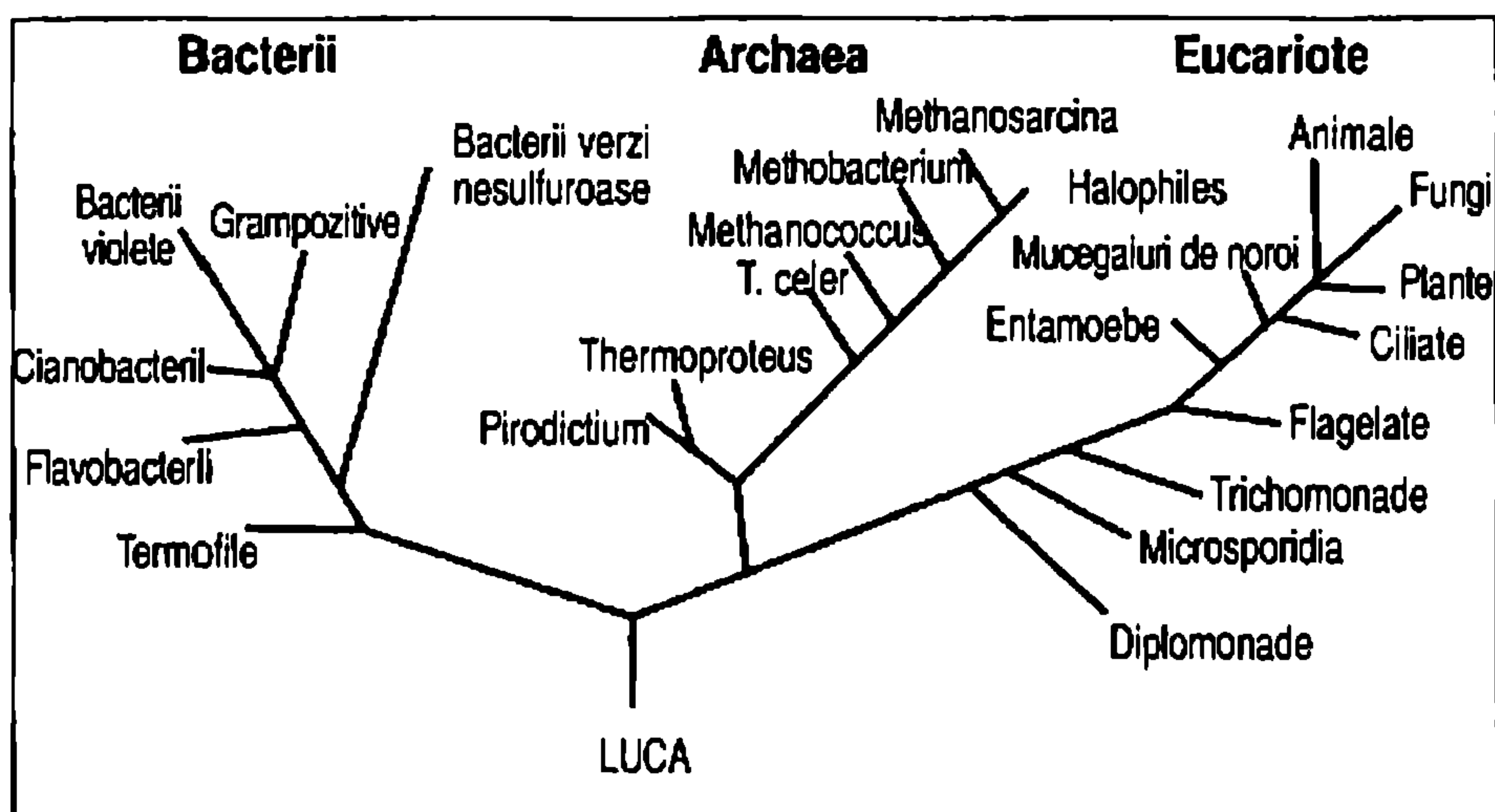
rea corespunzătoare. Investiți resursele necesare (timp și costuri de laborator) și puteți avea răspunsul la orice dilemă, cu precizia pe care o doriți.

Darwin și alți biologi din secolul al XIX-lea au descoperit dovezi convingătoare pentru evoluția biologică, studiind comparativ organismele, pe baza răspândirii lor geografice și a fosilelor organismelor dispărute. Din vremea lui Darwin, dovezile venind din aceste surse au devenit mai convingătoare și mai complete, în timp ce disciplinele biologice apărute recent — genetica, biochimia, ecologia, studierea comportamentului animalelor (etologia), neurobiologia și, în special, biologia moleculară — au oferit incontestabile dovezi suplimentare și confirmări detaliate. În consecință, evoluționiștii nu mai sunt preocupați de obținerea de dovezi care să susțină ideea evoluției. Mai degrabă, cercetarea evoluționistă din zilele noastre caută să înțeleagă mai bine și mai detaliat, modul în care are loc procesul evolutiv.

În acest capitol fac o scurtă trecere în revistă a tipurilor de cunoaștere disponibile lui Darwin și contemporanilor săi, dar aduc la zi dovezile specifice.[1] Un loc remarcabil în imensul volum de noi dovezi adunate din vremea lui Darwin și până azi îl ocupă numeroasele descoperiri de fosile intermediare între oamenii moderni și strămoșii noștri maimuțe, care sunt descrise în Capitolul 6. Dovezile din biologia moleculară fac subiectul Capitolului 7, unde descriu și dramaticele progrese din embriologia comparată, numită acum „evoluție și dezvoltare" și cunoscută sub denumirea prescurtată de „evo dezvo".

---

[1] Unele pasaje din acest capitol sunt din articolul meu „Evolution, The Theory of" din *Encyclopaedia Britannica*, Vol. 18 (2005): 855–891.



Arborele universal al vieții, reconstituit cu genele ARNr (acid ribonucleic). Ultimul strămoș comun universal — The Last Universal Common Ancestor (LUCA) — se află la bază. Ramurile reprezintă diferitele tipuri de organisme. Există trei grupe mari de organisme: bacterii, archaea și eucariote. Bacteriile, archaea și majoritatea eucariotelor sunt microscopice. Plantele, animalele și fungii sunt ramuri pluricelulare (macroscopice) ale eucariotelor. (Adaptare după Carl R. Woese, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 97(2000); 8392–8396.)

Evidența fosilelor

Paleontologii au recuperat și studiat fosilele a multe mii de organisme care au trăit în trecut. Aceste fosile arată că multe tipuri de organisme dispărute erau foarte diferite ca formă față de cele de acum. Evidența fosilelor dovedește atât succesiunea organismelor în timp, cât și tranziția lor de la o formă la alta.

Atunci când moare un organism, el este de obicei distrus de bacterii și alte organisme și de procesele de descompunere. Ararcori anumite părți ale corpului — în special, cele tari, cum ar fi carapacele, dinții și oasele — sunt conservate prin îngropare în noroi sau protejate în

alt mod de prădători, descompunere și intemperii și se pot păstra o perioadă de timp nedefinită, în rocile în care s-au închistat. (Noroiul sau alte sedimente pot deveni cu timpul calcar sau alte tipuri de roci.) Metode, cum ar fi datarea radiometrică — măsurarea cantităților de atomi naturali radioactivi rămași în diferite minerale — fac posibilă estimarea perioadei de timp în care s-au format rocile și fosilele asociate lor.

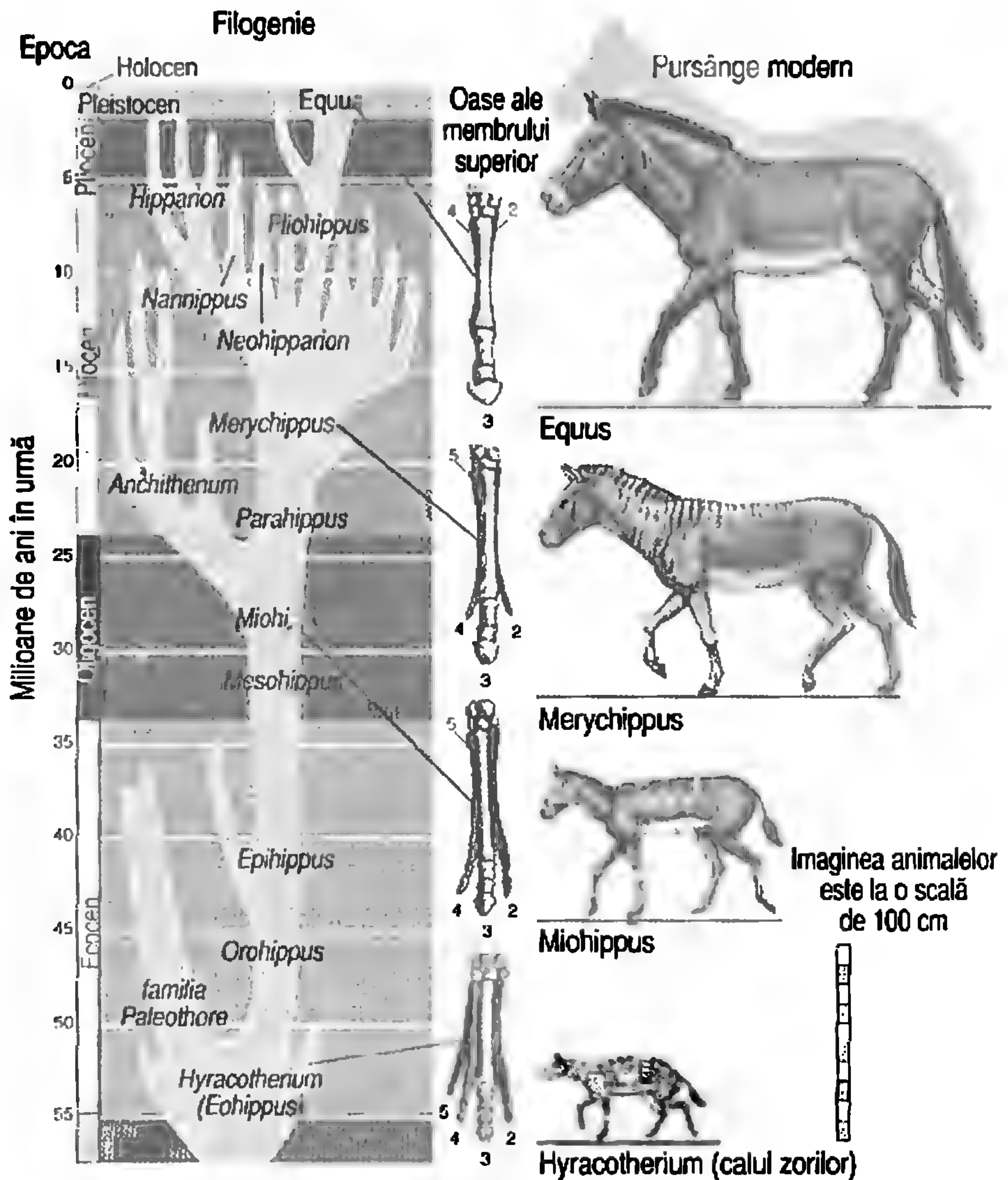
Datarea radiometrică indică faptul că Pământul s-a format cu aproximativ 4,5 miliarde de ani în urmă. Cele mai vechi fosile asemănătoare microorganismelor, ca bacteriile, apar în roci mai vechi de 2,5 miliarde de ani; unele pot avea o vechime și de 3,5 miliarde de ani. Cele mai vechi fosile animaliere cunoscute, datând de acum aproape 700 de milioane de ani, provin din așa-zisa faună Ediacara, viețuitoare vermiforme, cu corpuri moi. Numeroase fosile aparținând multor încregături (phyla) de animale și prezentând schelete mineralizate, apar în roci de acum 540 de milioane de ani, din perioada geologică cunoscută sub numele de cambrian. (Un „phylum" — încrengătură —, la plural „phyla" — încrengături — este un grup mare de organisme, cum ar fi moluștele sau cordatele.) Aceste organisme sunt diferite de cele de astăzi și de cele din trecutul apropiat. Unele sunt atât de radical diferite, încât paleontologii au trebuit să creeze noi încrengături pentru a le clasifica. Primele vertebrate (încrengătura Cordata sau „cordate"), animalele cu șira spinării, au apărut cu circa 400 de milioane de ani în urmă; primele mamifere, cu mai puțin de 200 de milioane de ani în urmă. Istoria vieții înregistrată de fosile prezintă mărturii concludente ale evoluției.

Evidența fosilelor este incompletă. Din numărul mic de organisme conservate ca fosile, doar puține au fost recuperate și studiate de paleontologi; totuși, în

unele cazuri, succesiunea în timp a formelor a fost reconstituită în detalii uimitoare. Un exemplu îl constituie evoluţia calului, care poate fi urmărită până la un animal de mărimea unui câine, având câteva degete la fiecare picior şi dinţi adaptaţi pentru păscut (vlăstare fragede, ramuri și frunze de copaci și tufe); acest animal, denumit calul zorilor (cu denumirea ştiinţifică de *Hyracotherium*), a trăit acum mai bine de 50 de miliarde de ani. Forma cea mai recentă, calul modern (*Equus*), este mult mai mare, are un singur deget și dinți adaptați pentru păscut (ierburi înalte). Formele de tranziție, cum ar fi alte tipuri de cai dispăruți, care au evoluat în direcții diferite și nu au lăsat descendenți, sunt bine conservate ca fosile.

Cu ajutorul fosilelor, paleontologii au reconstituit unele tranziții evolutive radicale, ca formă și funcțiune. De exemplu, mandibula inferioară a reptilelor constă din câteva oase, pe când cea a mamiferelor are doar unul singur. Celelalte oase ale mandibulei reptilelor au evoluat în oase descoperite care acum se găsesc în urechea mamiferelor. La început, o astfel de tranziție ar putea părea improbabilă — este greu de imaginat ce funcțiune ar avea astfel de oase în stadiile lor intermediare. Cu toate acestea, paleontologii au descoperit două forme de tranziție ale unor mamifere asemănătoare reptilelor, numite terapside, care au o mandibulă dublă (adică două puncte de prindere alăturate) — o articulație constând din oase persistente în mandibula mamiferelor, iar cealaltă, compusă din osul pătrat și osul articular, care, în cele din urmă, au devenit ciocanul și nicovala urechii mamiferelor.

Să examinăm acum unele organisme dispărute, intermediare între diferite organisme din prezent.



Evoluția calului. Cel mai timpuriu înaintaș este *Hyracotherium*, care a trăit acum 50 de miliarde de ani și era de talie mică, cam de mărimea unui câine. Speciile succesive au devenit mai mari, având o dentiție diferită și mai puține degete, pe măsură ce s-au adaptat la altă hrană și la alt fel de viață. În partea stângă, sunt reprezentate speciile care au trăit în perioade de timp diferite, majoritatea dintre ele, dispărând. Lărgimea ramurilor corespunde abundenței speciilor. (Prin bunăvoința Encyclopaedia Britannica, Inc.)

Archaeopteryx și *Tiktaalik*

De-a lungul anilor au fost descoperite multe fosile intermediare între diferite organisme. Două exemple care au suscitat recent atenția mass-media sunt *Archaeopteryx*, un animal intermediar între reptile și păsări, și *Tiktaalik*, intermediar între pești și tetrapode (animale cu patru membre).



O fosilă de *Archaeopteryx* dovedind caracteristicile intermediare între reptile (dinozauri) și păsări. (Prin bunăvoința Muzeului Științelor Naturii, Berlin.)

Prima fosilă de *Archaeopteryx* a fost descoperită în Bavaria, în 1861, la doi ani după publicarea *Originii speciilor* a lui Darwin și s-a bucurat de multă atenție, întrucât punea în lumină originea păsărilor și susținea postulatul lui Darwin privitor la existența verigilor lipsă. În ultima sută de ani, au mai fost descoperite și alte specimene de *Archaeopteryx* . Cel mai recent, cel de-al zecelea specimen recuperat până acum, a fost descris în decembrie 2005[2]. Totuși, cel mai bine conservat *Archaeopteryx* se află acum într-un mic muzeu privat din Thermopolis, Wyoming. *Tiktaalik*, peștele asemănător unui tetrapod, este, de asemenea, o descoperire foarte recentă, publicată abia în 6 aprilie 2006.[3]

Archaeopteryx a trăit în jurasicul târziu, cam acum 60 de milioane de ani, și prezenta un amestec de caracteristici atât aviare, cât și reptiliene. Toate specimenele cunoscute sunt mici, cam de mărimea unei ciori, și au multe caracteristici anatomice ca unii dintre dinozaurii bipezi. Scheletul său era asemănător celui al unei reptile, dar *Archaeopteryx* avea pene, foarte vizibile la fosile, iar craniul și ciocul, precum cele ale unei păsări.[4]

---

[2] G. Mayr, B. Pohl, și D. Peters, „A Well-Preserved *Archaeopteryx* Specimen with Theropod Features", *Science* 310 (2005): 1483–1486.

[3] E.B. Daeschler, N.H. Shubin, și E.A. Jenkins, Jr., „A Devonian Tetrapod-like Fish and the Evolution of the Tetrapod Body Plan", *Nature* 440 (2006): 757-763; N.H. Shubin, E.B. Daeschler, and F.A. Jenkins, Jr., „The Pectoral Fin of *Tiktaalik roseae* and the Origin of the Tetrapod Limb", *Nature* 440 (2006): 764–771.

[4] Alte caracteristici intermediare între reptile și păsări sunt: spre deosebire de păsările de azi, *Archaeopteryx* avea dinți și o coadă lungă, asemănătoare ca structură celei a dinozaurilor de dimensiuni

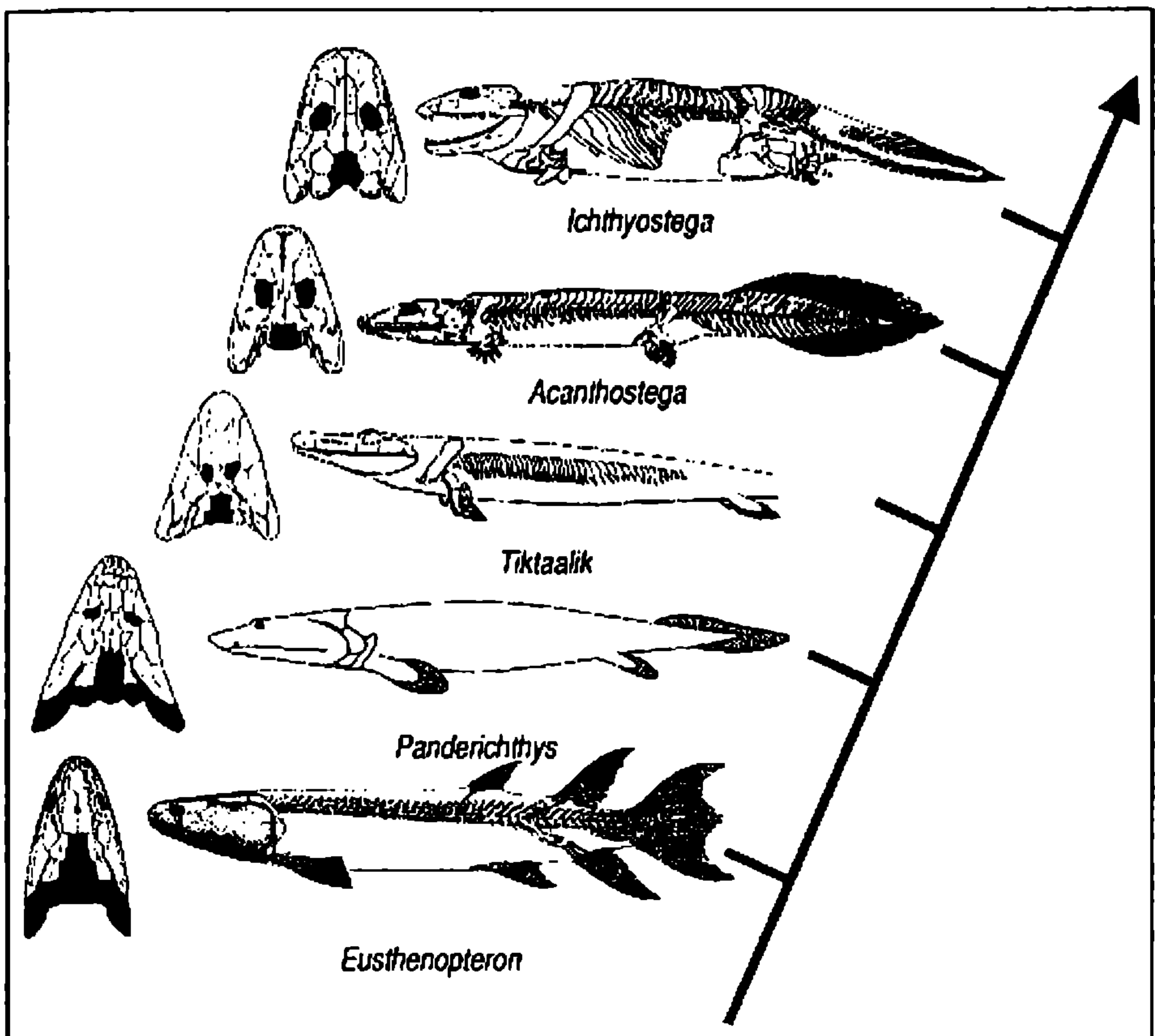
Paleontologii știu de mai bine de un secol că tetrapodele (amfibienii, reptilele, păsările și mamiferele) au evoluat dintr-un anumit grup de pești, numiți pești zburători. Până nu demult, *Panderichthys* era fosila de pește cea mai apropiată de tetrapode. *Panderichthys* era oarecum asemănătoare crocodilului și avea un schelet pectoral, cu aripioare și centura scapulară cu forme intermediare între cele ale peștilor zburători și cele ale tetrapodelor, ceea ce îi permitea să „meargă" în ape de mică adâncime, dar probabil că nu și pe uscat. Dar, în majoritatea trăsăturilor, *Panderichthys* se asemăna mai mult cu un pește decât cu un tetrapod.[5] *Panderichthys* a fost găsit în Letonia, unde a trăit acum 385 de milioane de ani (perioada devonianului mijlociu).

Până de curând, cele mai vechi fosile de tetrapode mult mai asemănătoare peștilor datau tot din perioada devoniană, de acum 376 de milioane de ani. Ele au fost descoperite în Scoția și Letonia.

---

mai mici. Picioarele căprioarei se aseamănă cu cele ale păsărilor, dar piciorul bine conservat al celor mai recente specimene arată un al doilea deget hiperextensibil, similar ghearei ucigașe a dinozaurului *Velociraptor*. Membrele superioare și-au păstrat caracteristicile reptiliene primitive și încă nu și-au definitivat transformarea în aripi. Poate că *Archaeopteryx* era în stare să zboare, dar nu pe distanțe mari. Cele mai recent descoperite specimene indică faptul că *Archaeopteryx* trăia mai mult pe pământ, decât în copaci.

[5] De exemplu, acești pești de tranziție încă aveau opercule pentru branhii, care pompau apă peste branhii, iar craniul era contopit cu linia scapulară.



Tiktaalik și alte fosile intermediare între pești și tetrapode. Alte fosile intermediare, de la cele apropiate peștilor la cele apropiate amfibienilor, sunt *Eustheopteron, Panderichthys, Acanthastega* și *Ichthyostega* care au trăit între 385 și 359 de milioane de ani. (Adaptare după Eric Ahlberg și Jennifer A. Clarck, *Nature* 440 (2006): 747. Republicată cu permisiunea Macmillan Publishers Ltd.)

Ichthyostega și *Acanthastega* din Groenlanda, care au trăit, cam acum 365 de milioane de ani, sunt tetrapode neechivoce, cu membre ce prezintă degete, deși păstrează de la strămoșii lor pești unele caracteristici, cum ar fi adevărate cozi de pește cu aspect de evantai. Astfel, perioada de timp lipsă dintre peștii cei mai asemănători tetrapodelor și tetrapodele cele mai asemănă-

toarc peștilor era cam de 10 milioane de ani, cu aprox. 385 și 376 de milioane de ani în urmă.[6]

Recent descoperitul *Tiktaalik* parcurge un timp îndelungat pentru a acoperi acest interval; este cel mai apropiat intermediar între pești și tetrapode cunoscut în prezent. Câteva specimene au fost găsite în sedimentele râurilor, datând din devonianul târziu, acum aproximativ 380 de milioane de ani, pe insula Ellesmere la Nunavut, Canada arctică. *Tiktaalik* este cuvântul inuiților pentru „pește mare de râu". *Tiktaalik* prezintă o gamă de caracteristici intermediare între pești și tetrapode și corespunde și perioadei lipsă.[7]

Similarități anatomice

Scheletele țestoaselor, cailor, oamenilor, păsărilor, balenelor și ale liliecilor sunt izbitor de asemănătoare în ciuda modurilor de viață diferite ale acestor viețuitoare

---

[6] Lacuna morfologică era, de asemenea, substanțială, deoarece niciuna dintre aceste viețuitoare (toate între 75 cm și 1,5 m lungime) nu era, cu adevărat, un intermediar între pești și tetrapode.

[7] Fosilele găsite erau reprezentate de: trei cranii, zece maxilare și două specimene cu capul și corpul dintr-o singură bucată. *Tiktaalik* era un animal aplatizat, semănând vag cu crocodilul, având craniul de aproximativ 20 cm lungime. Aripioarele pectorale sunt membre superioare incipiente, cu schelete interne robuste, dar mărginite mai degrabă de nervuri pectorale, decât de degete. Caracteristicile asemănătoare peștilor includ aripioare mici pelviene, mai sus menționatele nervuri ale aripioarelor dispuse în anexele lor duble și bine-dezvoltatele arcuri branhiale care sugerează că animalele au rămas, în mare parte, acvatice. Dar operculul osificat al branhiilor a dispărut, indicând un circuit redus al apei prin camera branhială. Botul alungit sugerează o schimbare de la sorbirea prăzii la înhățarea ei, în special, pe pământ. Coastele destul de mari arată că *Tiktaalik* își putea susține corpul și pe uscat.

și diversității mediului lor ambiant. Corespondența, os cu os, poate fi ușor observată atât la membre, cât și la alte părți ale corpului lor. Dintr-un punct de vedere pur practic, pare de neconceput ca o țestoasă și o balenă să înoate, ca un cal să alerge și o pasăre sau un liliac să zboare cu structuri ale membrelor superioare construite din aceleași oase. Un inginer ar putea proiecta membre mai bune pentru fiecare scop. Dar, dacă acceptăm faptul că toate aceste animale și-au moștenit structurile scheletice de la un strămoș comun și s-au modificat abia odată cu adaptarea la moduri de viață diferite, atunci asemănarea structurilor lor capătă sens.

Oamenii de știință al căror domeniu de studiu este anatomia comparată investighează omologiile sau asemănările moștenite din structura oaselor și alte părți ale corpului, la diverse organisme. Corespondența structurilor este, de obicei, foarte apropiată între unele organisme — diferitele tipuri de păsări cântătoare, de pildă —, dar corespondența nu mai este apropiată la organismele mai puțin înrudite în istoria lor evolutivă. Există mai puține asemănări între mamifere și păsări decât între speciile de mamifere, și cu atât mai puține între mamifere și pești. Prin urmare, asemănările de structură dovedesc nu numai evoluția, ci contribuie și la reconstruirea filogeniei sau a istoriei evolutive a organismelor.

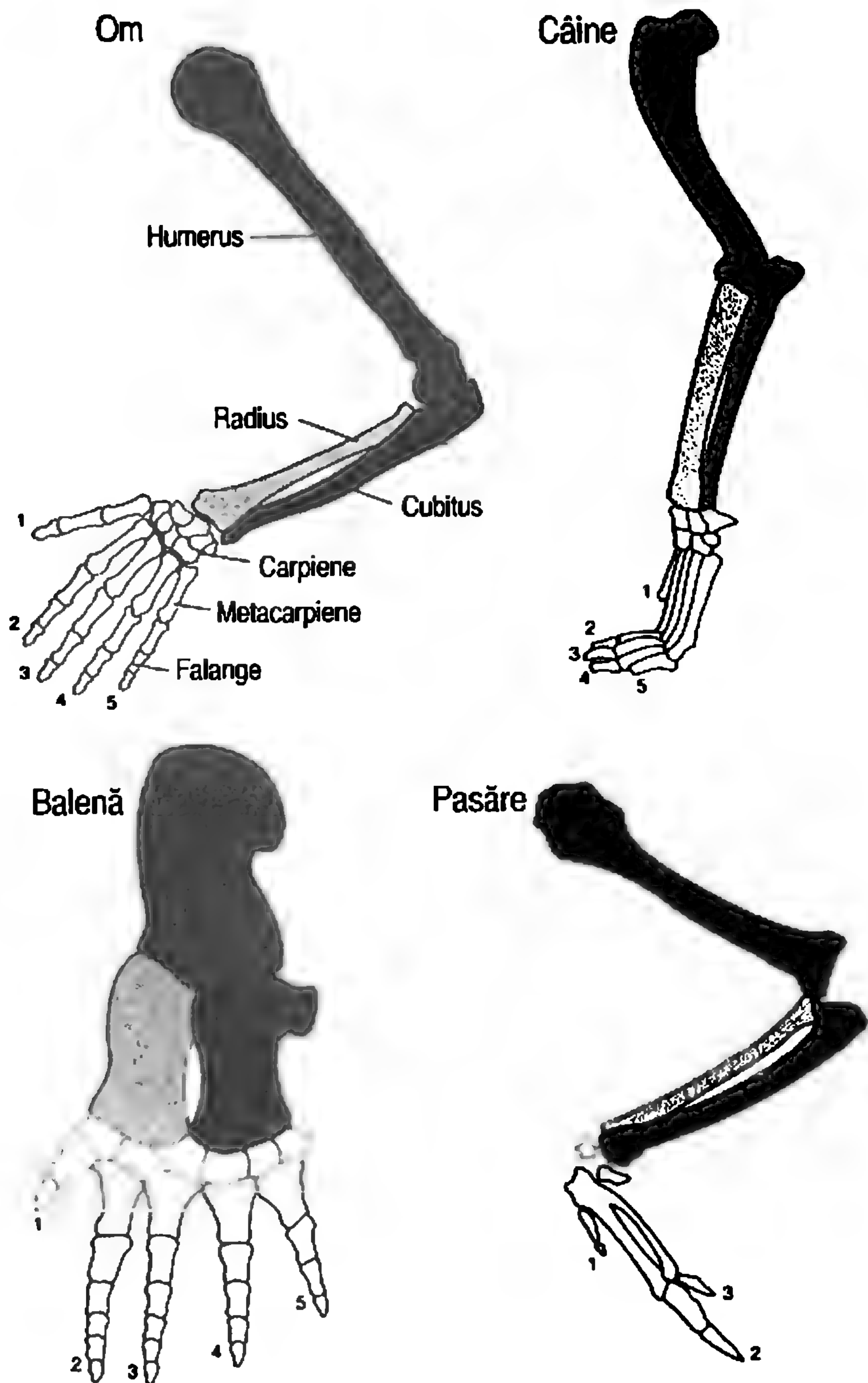
Anatomia comparată mai relevă și motivul pentru care majoritatea structurilor organice nu sunt perfecte. Așa cum se întâmplă în cazul membrelor superioare ale țestoaselor, cailor, oamenilor, păsărilor și liliecilor, părți ale corpului unui organism sunt mai puțin adaptate, deoarece ele sunt mai degrabă modificate după o

structură moștenită, decât proiectate pentru un anumit scop, dintr-o materie primă. Anatomia animalelor arată că ele au fost create pentru a se potrivi felurilor lor de viață, dar este un proiect „imperfect", realizat mai mult prin selecție naturală decât printr-un proiect „inteligent", cum ar fi dacă ar fi fost proiectate de un inginer. Imperfecțiunea structurilor este o dovadă a evoluției și este contrară argumentelor proiectului inteligent.

Dezvoltarea embrionară și vestigiile

Darwin și discipolii săi au găsit un suport pentru evoluție în studiul embriologiei, știința care investighează dezvoltarea organismelor dintr-un ou fertilizat până în perioada nașterii sau a ecloziunii. Vertebratele, de la pești, trecând prin șopârle și până la oameni, se dezvoltă în moduri remarcabil de asemănătoare în timpul primelor stadii, dar se diferențiază din ce în ce mai mult pe măsură ce embrionii ajung la maturitate. Asemănările persistă mai mult timp între organismele mai înrudite (de exemplu, oamenii și maimuțele) decât între cele mai puțin înrudite (cum ar fi, oamenii și rechinii).

Modelele de dezvoltare obișnuite reflectă înrudirea evolutivă. Șopârlele și oamenii au același model de dezvoltare moștenit de la îndepărtatul lor strămoș comun; modelul moștenit de fiecare a fost modificat doar pe măsură ce liniile de descendență ale urmașilor separați s-au orientat în direcții diferite. Stadiile embrionare comune ale celor două viețuitoare reflectă constrângerile impuse de această moștenire comună, care împiedică schimbările care nu erau necesare în mediile și modurile lor de viață diferite.



Scheletul membrului superior a patru vertebrate, având oase similare, dispuse într-un mod asemănător, deși sunt folosite cu funcții diferite la om, câine, balenă și pasăre.

Embrionii umani și cei ai altor vertebrate terestre prezintă fantele branhiilor, deși nu respiră niciodată prin branhii. Aceste despicături se găsesc la embrionii tuturor vertebratelor, deoarece ei au ca strămoș comun peștele, la care s-a dezvoltat pentru prima dată această structură. Embrionii umani prezintă și ei, din a patra săptămână de dezvoltare, o coadă bine definită, care atinge mărimea maximă la vârsta de șase săptămâni. Cozi embrionare similare au și alte mamifere, cum ar fi câinii, caii și maimuțele; totuși, la om, coada se scurtează în cele din urmă, persistând doar ca un rudiment — coccisul. Rudimentele embrionare nu corespund ideilor proiectului inteligent: de ce o anumită structură ar fi proiectată să se formeze în perioada dezvoltării timpurii, dacă ea va dispărea după naștere? Rudimentele embrionare se explică doar prin evoluție.

O strânsă relație evolutivă între organismele cu aspect mult diferit ca adulți poate fi uneori identificată prin asemănările lor embrionare. Scoicile, de exemplu, sunt crustacee sedentare, foarte puțin asemănătoare crustaceelor înotătoare, cum ar fi homarii, creveții sau crustaceele copepode. Totuși, scoicile parcurg un stadiu larvar neînotător, nauplius, care se aseamănă, neîndoielnic, cu cel al altor larve de crustacee.

Rudimentele embrionare, care nu se dezvoltă niciodată în întregime, cum ar fi fantele branhiilor la oameni, se întâlnesc la tot felul de animale. Totuși, unele persistă ca vestigii adulte, reflectând obârșia evolutivă. Un organ rudimentar întâlnit la oameni este apendicele vermiform. Această structură vermiformă, atașată unei scurte părți a intestinului, numită cecum, este localizată la punctul de joncțiune a intestinului gros cu cel subțire. Apendicele vermiform uman este un vestigiu lipsit de

funcțiune al unui organ pe deplin dezvoltat la alte mamifere, cum ar fi iepurele sau alte ierbivore, la care un cecum și un apendice mari stochează celuloza vegetală pentru a-i permite digestia cu ajutorul bacteriilor. Vestigiile sunt exemple ale unor imperfecțiuni — precum cele observate în structurile anatomice — care contrazic creația prin proiect, dar care sunt pe deplin justificate ca rezultat al evoluției prin selecție naturală.

Descoperirea genelor, ca purtătoare ale eredității biologice, și, ulterior a ADN-ului ca substanță chimică ce codifică informația genetică, a provocat „decodificarea ontogenetică" sau „transformarea oului în adult." Prin aceste expresii, vreau să exprim modul în care informația liniară, conținută în succesiunea de litere a ADN-ului, se transformă într-un organism tridimensional care există și se schimbă în timp. Cunoașterea științifică în acest domeniu s-a îmbogățit extrem de mult, cu precădere în ultimele trei decenii, datorită progresului rapid al biologiei moleculare. După cum notam mai devreme, voi trece în revistă această cunoaștere în Capitolul 7, consacrat biologiei moleculare.

Biogeografia

Darwin a văzut o confirmare a evoluției în răspândirea geografică a plantelor și animalelor, și cunoștințele ulterioare i-au confirmat observațiile. De exemplu, după cum subliniam în Capitolul 4, în lume există aproximativ 1 500 de specii cunoscute de musculițe de oțet, *Drosophila*; aproape o treime din ele trăiesc doar în Hawaii. Tot în Hawaii există mai mult de 1 000 de specii de melci și alte moluște terestre care nu există în altă parte. Această neobișnuită diversitate este ușor explicabilă prin evoluție. Insulele Hawaii sunt foarte

izolate și au avut puțini colonizatori — adică animale și plante care au ajuns aici din altă zonă și care să fi format populații. Acele specii, care totuși au colonizat insulele, au găsit nișe ecologice neocupate, medii de viață locale potrivite existenței, precum și un fapt important, nu erau prădători care să le împiedice înmulțirea. Drept urmare, speciile colonizatoare s-au diversificat rapid; acest proces de diversificare cu scopul de a umple nișele ecologice se numește radiație adaptivă.

În Capitolul 4, am consemnat uimitoarea diversificare a vieții, în diferite părți ale lumii, ceea ce relevă oportunismul selecției naturale. Deși clima și alte caracteristici ale mediului înconjurător pot fi asemănătoare la altitudini similare, flora și fauna diferă pe continente și insule diferite. Această diversitate are loc, deoarece selecția naturală depinde de oportunismul mutațiilor genetice care sunt evenimente întâmplătoare. Mai mult, evoluția depinde de schimbările anterioare, astfel că diversificarea de la un continent la altul sau de la continente la insule este cumulativă în timp. Schimbarea evolutivă are loc ca reacție la mediu, dar este condiționată de istorie: mamiferele nu evoluează în pești și nici insectele în moluște.

Observațiile făcute de Darwin asupra florei și faunei din America de Sud, atât de diferite de cele din Lumea Veche, l-au convins de realitatea evoluției. Dovada biogeografică este, de asemenea, evidentă la o scară mult mai mică decât cea continentală: Darwin a observat că pe unele insule din arhipelagul Galápagos existau tipuri diferite de țestoase și diferite specii de cinteze, care, la rândul lor, erau diferite de cele din partea continentală a Americii de Sud. Cazul particular de evoluție din Hawaii este un bun exemplu al modului în care bio-

geografia demonstrează evoluția. Biogeografia, răspândirea fantezistă a organismelor în lume, poate fi interpretată în mod rezonabil ca fiind un rezultat al evoluției, mai degrabă decât al capriciului Creatorului. Așa cum, încurajat de mica scară a diversității a unui „tărâm plin" de toate soiurile de organisme, conchidea Darwin în *Originea speciilor*: „Există grandoare în această viziune asupra vieții... s-au dezvoltat și se dezvoltă forme dintre cele mai frumoase și efectiv minunate."

Pentru scepticii contemporani ai lui Darwin, cea mai semnificativă „verigă lipsă" a fost absența oricărei forme de tranziție între maimuțe și oameni. În vremea lui Darwin, nu se cunoșteau fosile care să pară a fi strămoșii noștri după ce linia umană s-a separat de cea a maimuțelor din zilele noastre. Cu toate acestea, nu una, ci mai multe viețuitoare intermediare între maimuțe și oameni au fost descoperite de atunci, ca fosile. Cercetările au scos la iveală tot mai multe dovezi ale istoriei evoluționiste a omului, prin descoperirea multor fosile de hominizi — adică primate aparținând liniei umane. Secvența ADN-ului genomului unui cimpanzeu a fost publicată recent. Ea diferă foarte puțin de genomul uman.

În Capitolul 6, prezint pe baza fosilelor dovada evoluției omului. Și pun următoarea întrebare: cum oare, diferențe genetice relativ puține pot fi responsabile pentru diferențele anatomice și de comportament dintre cimpanzei și oameni? Mai pun și o altă întrebare, și anume, cum semnalele fizico-chimice transmise de neuroni devin evenimente psihologice: sentimente, gânduri și conștiință de sine? Noi oamenii, suntem singurele viețuitoare care au conștiința sinelui, o percepție a propriei existențe ca indivizi care trăiesc o vreme și, în cele din urmă, mor.

6

Evoluția omului

„Omul nu este decât o trestie; cea mai slabă din natură; dar este o trestie cugetătoare."

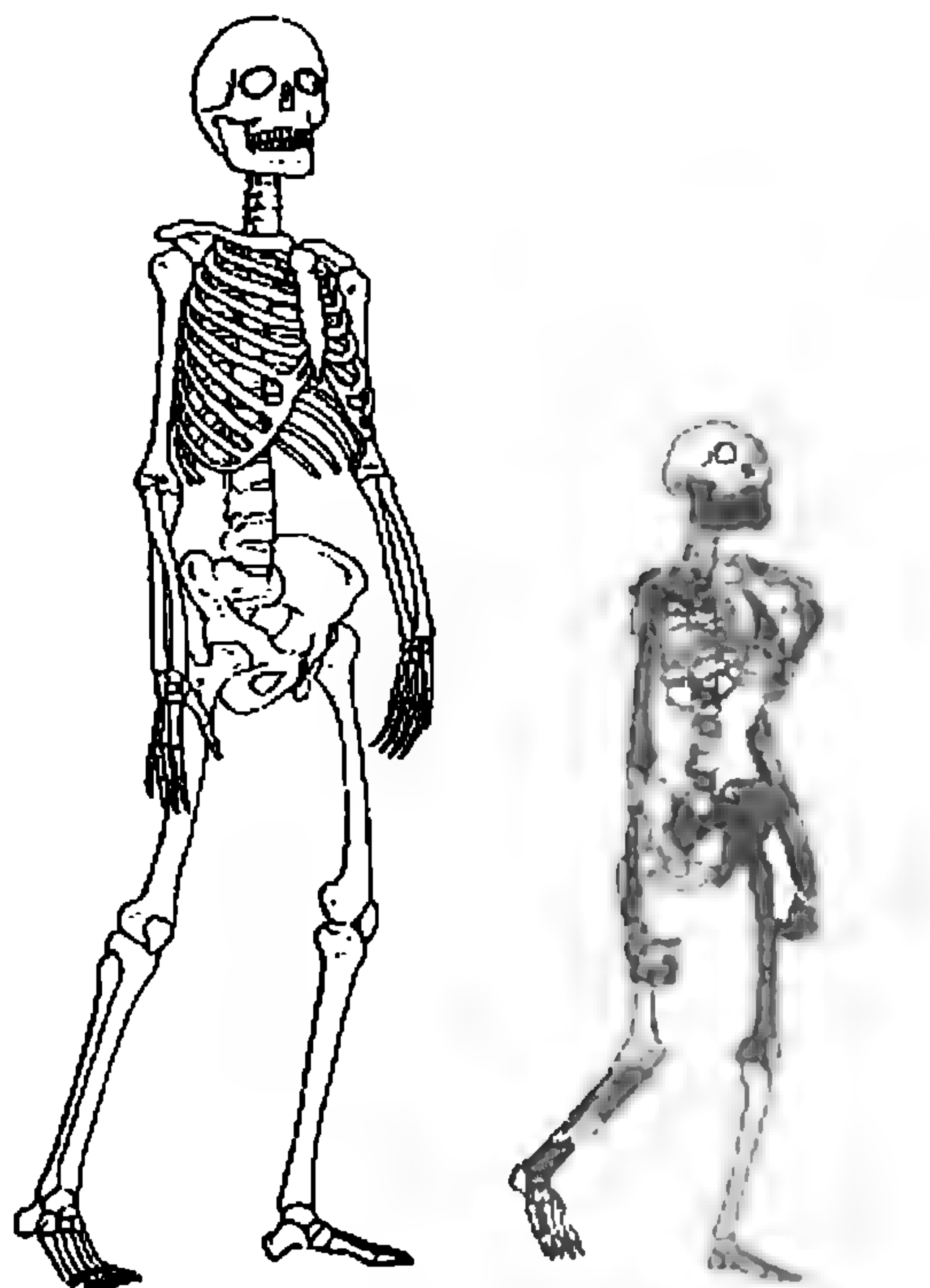
BLAISE PASCAL,
Cugetări, p. 22*

Veriga lipsă a fost găsită. Nu una, ci sute de fosile de hominizi s-au descoperit de la Darwin încoace și continuă să fie descoperite. Fosilele ramurii omului după separarea de ramura maimuțelor se numesc fosile de hominizi.

Cele mai vechi fosile de hominizi datează de acum 6–7 milioane de ani, provin din Africa și sunt cunoscute ca *Sahelanthropus* și *Orrorin* (sau *Praeanthropus*). Acești strămoși erau predominant bipezi când se deplasau pe uscat și aveau creierul foarte mic. *Ardipithecus* a trăit acum aproximativ 4,4 milioane de ani, tot în Africa. Numeroasele fosile de diverse origini africane sunt cunoscute sub denumirea de *Australopithecus*, un hominid care a apărut acum 3–4 milioane de ani. *Australopithecus* era biped, dar avea o capacitate craniană sub 500 de centimetri cubi, comparabilă cu aceea

* Pascal, Scrieri alese, Editura Științifică, București, 1967, p. 22. (*N. tr.*)

a gorilelor sau a cimpanzeilor și cam o treime din cea a omului modern (500 cm^3 este echivalentul a 500 g). Craniul lui *Australopithecus* prezenta un amestec de caracteristici ale maimuțelor și ale oamenilor — o frunte îngustă și o față lungă, ca a unei maimuțe, dar cu dinți proporționați precum cei ai omului. Alți hominizi timpurii, parțial contemporani cu *Australopithecus*, sunt *Kenyanthropus* și *Paranthropus*; ambii au creiere relativ mici, deși unele specii de *Paranthropus* aveau corpurile mai mari. *Paranthropus* reprezintă o ramură laterală a hominizilor, care a dispărut.



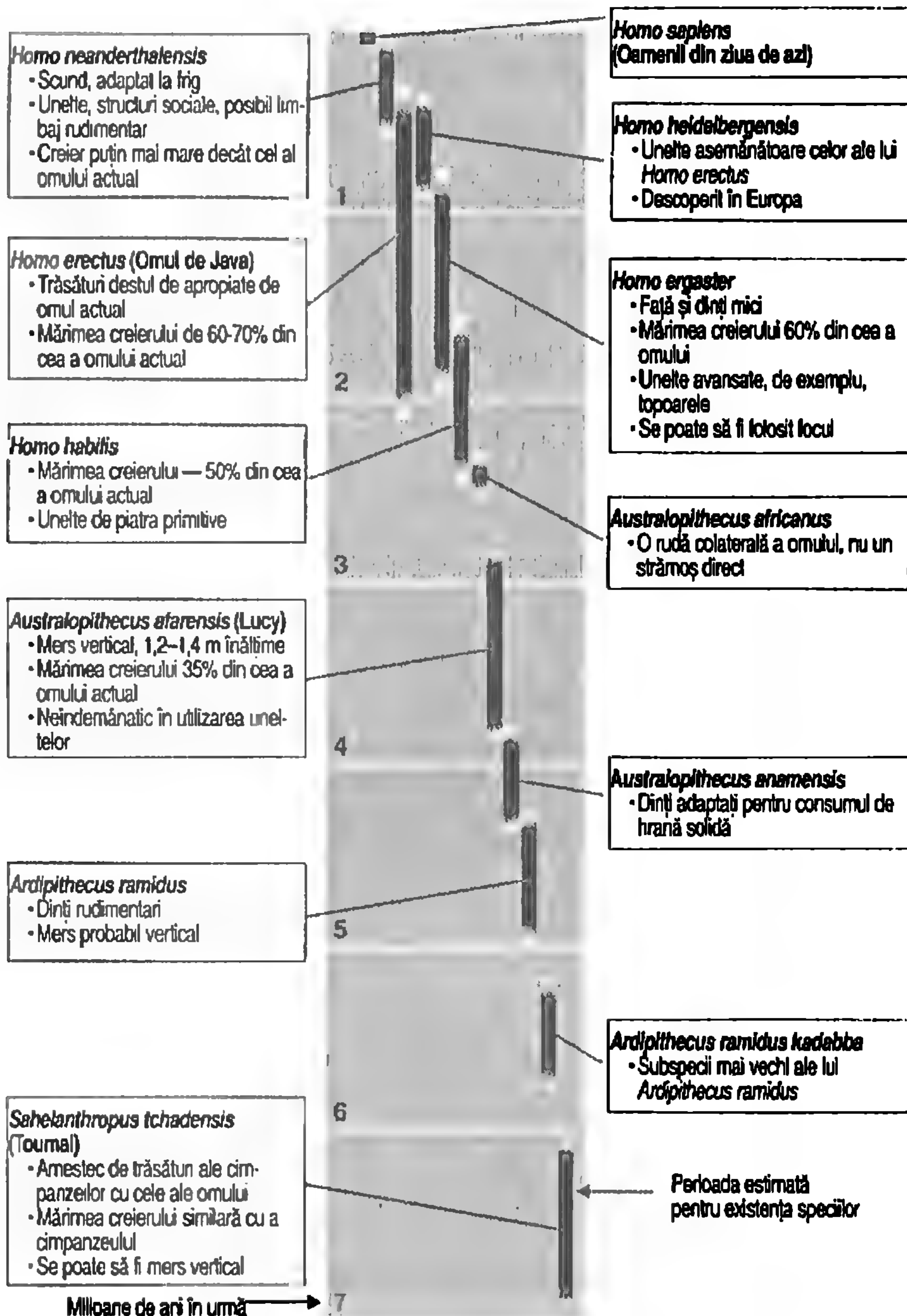
Scheletul corpului uman comparat cu Lucy, exemplar de *Australopithecus afarensis*, o străveche specie a omului care a trăit acum aproximativ 3,5 milioane de ani și a avut mersul biped, dar un creier mic. Aproape 40 de procente din scheletul lui Lucy (hașurat în imagine) s-au găsit într-un singur sit.

Pe lângă capacitatea craniană mărită, s-au găsit și alte caracteristici umane ale lui *Homo habilis*, care a trăit cu 2–1,5 milioane de ani în urmă, în Africa, și care avea o capacitate craniană mai mare de 600 cm^3 (aproximativ 600 g) și la *Homo erectus* care a evoluat în Africa cam acum 1,8 milioane de ani și avea o capacitate craniană de 800 până la 1 100 cm^3 (de aproximativ 900 până la 1 150 g).

Homo erectus este primul nomad intercontinental dintre strămoșii noștri hominizi. La scurt timp după apariția sa în Africa, *Homo erectus* s-a răspândit în Europa și Asia, ajungând până în îndepărtatul Arhipelag Indonezian și nordul Chinei. Fosile ale lui *Homo erectus* au fost descoperite în Africa, Indonezia (Java), China, Orientul Mijlociu și Europa. Fosilele lui *Homo erectus* din Java datează de acum 1,81 și 1,66 milioane de ani, iar cele din Georgia (în Europa, la granița cu Asia) datează de 1,6–1,8 milioane de ani.

Unele specii de hominizi au trăit în Africa, Europa și Asia cu 1,8 milioane de ani–500 000 de ani în urmă. Ele sunt cunoscute sub numele de *Homo ergaster*, *Homo antecessor* și *Homo heidelbergensis*, cu creiere de mărime apropiată de cea a creierului lui *Homo erectus*. Unele dintre aceste specii au fost parțial contemporane, deși au trăit în zone diferite ale Lumii Vechi. Aceste specii sunt incluse uneori sub denumirea de *Homo erectus* (într-un sens larg).

Tranziția de la *Homo erectus* la *Homo sapiens* se poate să fi început cam acum 400 000 de ani. Unele fosile din acea perioadă par să fie forme „arhaice“ ale lui *Homo sapiens*. Totuși, *Homo erectus* a persistat până acum 250 000 de ani în China și, probabil, până acum



Specii de hominizi, arătând câteva specii intermediare între *Sahelanthropus tchadensis*, la bază, care a trăit acum 6–7 milioane de ani și oamenii actuali, la vârf. (Adaptare după Rex Dalton, *Nature* 440 (2006): 1101.)

100 000 de ani în Java[1]. Speciile *Homo neanderthalensis* au apărut în Europa cu mai bine de 200 000 de ani în urmă și au persistat până acum 30 000 de ani. Neandertalii au fost considerați strămoșii anatomici ai omului actual, dar acum știm că omul actual a apărut acum mai bine de 100 000 de ani, cu mult înainte de dispariția neandertalilor. Este ciudat că în grotele din Orientul Mijlociu s-au găsit fosile anatomice ale omului actual, atât anterioare, cât și ulterioare fosilelor neandertalilor. Unele dintre acestea datează de 120 000 sau 100 000 de ani, iar neandertalii datează de 60 000–70 000 de ani, urmați de omul actual care datează de 40 000 de ani. Nu este clar dacă neandertalii și oamenii actuali s-au înlocuit reciproc în mod repetat prin migrarea din alte regiuni, dacă ei au coexistat sau dacă, într-adevăr, au avut loc încrucișări (deși compararea ADN-ului fosilelor de neandertali cu acela al oamenilor de azi nu indică o încrucișare sau a fost una foarte redusă între neandertali și oamenii actuali din punct de vedere anatomic, contemporani lor.)

Strămoși și rude colaterale

Lucy este ciudatul nume dat fosilelor unui strămoș hominid, clasificat ca *Australopithecus afarensis*, o specie de hominizi bipezi, cu creier mic și o înălțime de 105 cm. Lucy este faimoasă pe bună dreptate, deoarece cam 40% din întregul schelet al acestei tinere femei a fost găsit

---

[1] Fosilele de *Homo floresiensis*, descoperite în 2004 pe insula indoneziană Flores, par a fi înrudite cu *Homo erectus*, deși *Homo floresiensis* este cu mult mai mic și a trăit acum 12 000–18 000 de ani. Fosilele au fost foarte amănunțit investigate, dar precisa lor identificare rămâne controversată.

într-un singur sit, atunci când a fost descoperit, acum 30 de ani. Experții au căzut de acord că *Australopithecus afarensis*, care a trăit aproximativ acum 3–3,6 milioane de ani, se află în linia de descendență a omului actual.

Australopithecus africanus, mai recent decât *Australopithecus afarensis*, este și prima specie de *Australopithecus* descoperită, era tot scund și avea creierul mic. Totuși, *Australopithecus africanus* nu este strămoșul nostru, ci, mai degrabă, o rudă colaterală, strămoșul posibil al lui *Australopithecus (Paranthropus) robustus* și al altor hominizi colaterali, care au trăit timp de 2 milioane de ani și chiar mai mult după desprinderea lor din ramura noastră ancestrală și astfel a coexistat mult timp, în Africa, cu o parte a strămoșilor noștri (*Australopithecus afarensis, Homo habilis* și *Homo erectus*). Unele dintre aceste rude colaterale au devenit oarecum mai înalte și mai robuste, dar creierul lor a rămas mic, cam de cel mult 500–600 cm^3 (mai puțin de 700 g).

Descoperirea fosilelor de hominizi a avut un ritm foarte rapid în cursul ultimilor douăzeci de ani. În 1994, în Etiopia, a fost descoperit *Ardipithecus ramidus*, un hominid mai puțin evoluat decât *Australopithecus afarensis*, urmat imediat de *Australopithecus anamensis*, în Kenya (vechi de ~ 3,9 spre 4,2 milioane de ani), precum și de mai multe specimene de *Ardipithecus* (vechi de ~ 5,5 spre 5,8 milioane de ani) și menționat mai sus *Sahelanthropus* (vechi de ~ 6 până la 7 milioane de ani, în Chad) și *Orrorin* (vechi de ~ 5,7 până la 6 milioane de ani, în Kenya). Poziția acestor fosile hominide, fie ele strămoși direcți ai lui *Homo*, fie rude colaterale, rămâne, în mare parte, un subiect controversat. Totuși, s-a căzut de acord că *Australopithecus anamensis*, având ~ 3,9 și 4,2 milioane de ani vechime, reprezintă specia ancestrală pentru

Australopithecus afarensis, al cărui cel mai de timpuriu specimen definitiv datează de acum ~ 3,6 milioane de ani.

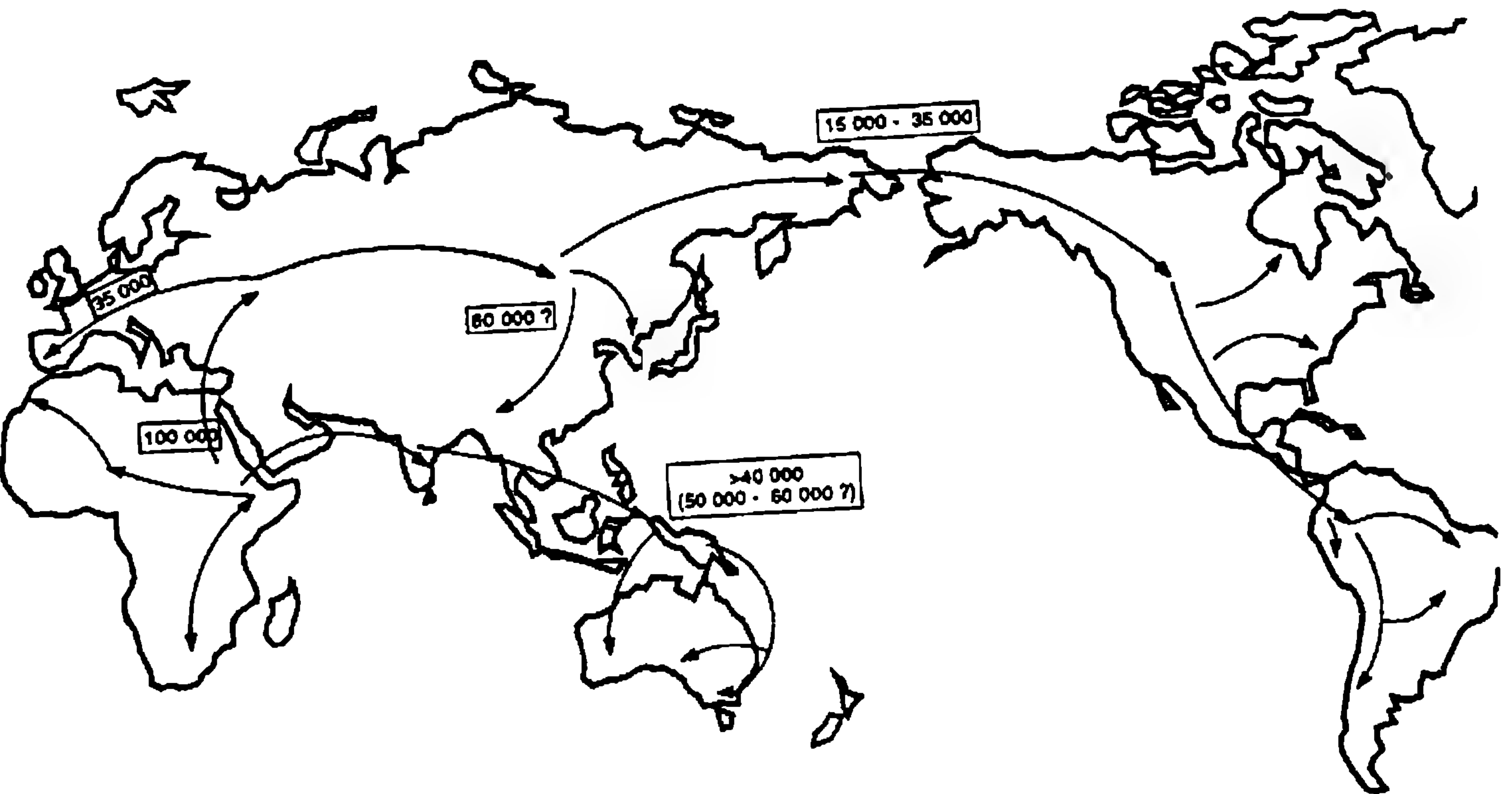
Analiza și publicarea la 13 aprilie 2006 a altor treizeci de specimene de hominizi, reprezentând cel puțin opt exemplare de *Australopithecus anamensis*, din regiunea Afar a Etiopiei, datate la acum ~ 4,12 milioane de ani, confirmă această interpretare.[2] Mai mult, noile fosile sugerează că *Ardipithecus* era strămoșul cel mai probabil al lui *Australopithecus anamensis* și al tuturor australopitecilor de mai târziu. Fosilele sugerează că o evoluție relativ rapidă de la *Ardipitechus* la *Australopithecus* a avut loc în această regiune a Etiopiei.

Originea omului actual

Unii antropologi au argumentat că, sub aspect anatomic, tranziția de la *Homo erectus* la arhaicul *Homo sapiens* și, ulterior, la omul actual a avut loc simultan în diferite părți ale Lumii Vechi (Africa, Asia și, probabil, Europa). Majoritatea oamenilor de știință argumentează, în schimb, că omul modern a apărut pentru prima dată în Africa, cu peste 100 000 de ani în urmă și, de acolo, s-a răspândit în întreaga lume, înlocuind populațiile anterioare de *Homo erectus* și speciile de hominizi înrudite, incluzând, ulterior, și pe *Homo neanderthalensis*. Unii susținători ai acestui model african de înlocuire argumentează, în continuare, că tranziția de la arhaicul la modernul *Homo sapiens* a fost însoțită de reducerea populației umane la un număr relativ mic de indivizi și că aceștia sunt strămoșii tuturor oamenilor actuali.

---

[2] T.D. White, G. WoldeGabriel, B. Asfaw ș.a. „Asa Issie, Aramis and the Origin of *Australopithecus*", *Nature* 440 (2006): 883–889.



Colonizarea continentelor lumii de către *Homo sapiens*, începând de la apariția sa în Africa tropicală. (Din L.L. Cavalli-Sforza, P. Menozzi și A. Piazzo, *The History and Geography of Human Genes*, Princetown, NJ: Princetown University Press, 1994, 156.)

Recent, analizele ADN ale oamenilor actuali au confirmat originea africană a lui *Homo sapiens* modern, care a fost datat, conform acestor analize, la acum 156 000 ani, în Africa tropicală.[3] La scurt timp după aceea, oamenii actuali s-au răspândit în Africa și în întreaga lume. Sud-est-ul Asiei și teritoriul de azi al Chinei au fost colonizate acum 60 000 de ani. Imediat după aceea, oamenii actuali au ajuns în Australasia. Europa a fost colonizată mai recent, abia acum 35 000 de ani, iar America încă și mai recent, probabil, abia acum 15 000 de ani. Diferențierea etnică dintre actualele populații umane este, prin urmare, recentă din punctul de vedere al evoluției, ca rezultat al evoluției divergente în virtutea separării geografice a populațiilor în cursul ultimilor 50 000–100 000 de ani.

Etnicitate și rasă

O sută de mii de ani înseamnă cam 5 000 de generații de hominizi, ceea ce nu reprezintă un timp prea îndelungat pe scara evoluției. Astfel, dacă răspândirea omului actual din Africa în restul lumii a început acum 100 000 de ani, ne-am putea aștepta ca diferența genetică dintre populațiile umane să nu fie foarte mare, chiar dacă am include amestecul dintre populații care are loc mai frecvent în vremurile noastre.

Oamenii de știință au descoperit că diversitatea genetică între populațiile umane din diferite părți ale lumii este cu doar 15 procente mai ridicată decât între

[3] Estimările de ADN ale perioadelor ancestrale au marje largi de variație posibilă (așa-zisele 95 de procente de „interval de siguranță") care se pot ridica până la 30 de procente din estimare, în cazul de față, câteva zeci de mii de ani. Pe măsură ce sunt analizate tot mai multe secvențe ale ADN-ului, intervalul de siguranță se micșorează.

oamenii aparținând aceluiași sat.[4] Aceasta ar putea părea surprinzător la prima vedere, căci este evidentă înfățișarea diferită a oamenilor din diferitele regiuni ale lumii (rasele sau grupurile etnice), dar este mai puțin surprinzător atunci când luăm în considerare faptul că diferențierea populațiilor umane este de dată recentă.

Diagrama de mai jos arată că, din totalitatea modificărilor genetice ale întregii omeniri, 85 de procente sunt prezente la indivizii aceleiași populații, să spunem ale aceluiași sat sau oraș. (Aceasta, fără a lua în considerare încrucișările cu migranți din alte populații, care ridică procentajul la peste 85.) Aproximativ 6 procente de modificare suplimentară sunt descoperite la oamenii din alte locuri de pe același continent, și alte 9 procente ale modificării sunt descoperite la indivizi de pe alte continente.

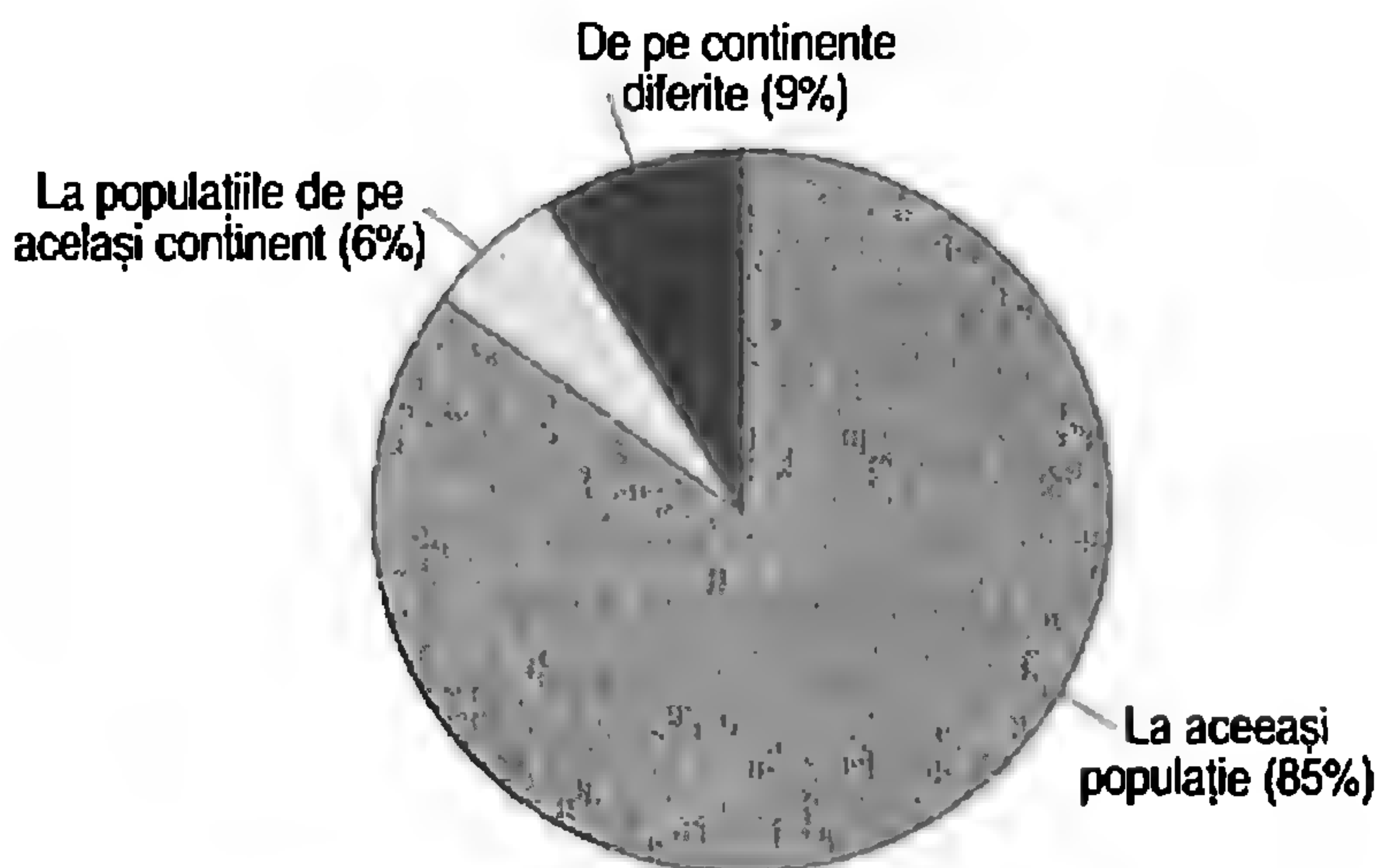


Diagrama variației genetice a populațiilor umane. Cea mai mare parte (85 de procente) a modificării genetice umane poate fi găsită în cadrul unei singure localități. Populațiile din alte localități de pe același continent contribuie cu alte 6 procente, iar cele din continente diferite, cu alte 9 procente din totalul modificărilor genetice ale omenirii.

[4] K. Owens și M.-C. King, „Genomic Views of Human History," *Science* 286 (1999): 451–453.

După cum am subliniat, aceste rezultate erau de așteptat în urma recentei răspândiri evolutive a populațiilor umane, dar ele par să contrazică experiența comună. Știm că africanii din zona tropicală sunt destul de diferiți de scandinavi și ambii, foarte diferiți de japonezi. Explicația acestei enigme are două componente. Mai întâi, strămoșii noștri africani erau deja, din punct de vedere genetic, destul de diferiți la data la care au început să colonizeze restul lumii. Acesta nu este un fapt surprinzător, întrucât întâlnim aceeași situație și la majoritatea speciilor de animale: ele diferă foarte mult din punct de vedere genetic. Într-adevăr, cimpanzeii diferă între ei din punct de vedere genetic mai mult decât oamenii, deși totalul populației de cimpanzei este cu mult mai mic față de cele 6,5 miliarde de oameni. În al doilea rând, caracteristicile stereotipe, cum ar fi culoarea pielii, a părului sau tenul și trăsăturile feței, prin care se deosebesc grupurile etnice, implică gene relativ puține. O parte dintre aceste gene au evoluat ca adaptări la diferite condiții climatice. Luați, spre exemplu, una dintre cele mai izbitoare deosebiri între grupurile etnice: pigmentarea pielii.

Melanomul este un cancer sever cauzat de expunerea îndelungată la radiațiile solare ultraviolete. Astfel, oamenii care de generații locuiesc la latitudini sudice au gene care produc cantități mai mari de eumelanine (melanină maro și melanină neagră) care filtrează majoritatea radiațiilor ultraviolete și, astfel, protejează pielea. Pe de altă parte, unele radiații ultraviolete sunt necesare sintezei vitaminei D în straturile mai profunde ale pielii. Astfel, cantitatea de eumelanină adaptată la tropice este mai puțin bună la latitudini nordice, unde radiațiile ultraviolete sunt mult mai scăzute. La

latitudini nordice, selecția naturală a favorizat genele care au determinat o piele palidă, astfel încât radiațiile ultraviolete să ajungă la straturile în care este sintetizată vitamina D. Exemple de acest gen au dus la destrămarea mitului marilor diferențe genetice dintre „rase“. A rămas doar un mit fără suport științific.

Transformarea maimuței în om

Biologia umană a secolului XX are în față două mari provocări ale cercetării: transformarea maimuței în om și transformarea creierului în inteligență. Prin transformarea maimuței în om, am în vedere misterul modului în care o anumită ramură a maimuțelor a devenit o ramură hominidă, din care au apărut, după doar câteva milioane de ani, oameni capabili să gândească și să iubească, care au dezvoltat societăți complexe și care dețin valori etice, estetice și religioase. Prin transformarea creierului în inteligență, am în vedere întrebările interdependente ale (1) modului în care semnalele fizico-chimice, care ajung la organele noastre de simț, se transformă în percepții, sentimente, idei, argumente critice, emoții estetice și valori etice; și (2) cum din această diversitate de experiențe se formează o realitate unitară, inteligența sau sinele. Liberul arbitru și limbajul, instituțiile sociale și politice, tehnologia și arta sunt toate epifenomene ale inteligenței umane.

Transformarea maimuței în om și transformarea creierului în inteligență sunt preocupări majore pentru mulți credincioși. Oare oamenii de știință pretind că oamenii sunt doar un altfel de tip de maimuță, nu cu mult mai diferiți de cimpanzei decât sunt gorilele sau

alte maimuțe? Înseamnă aceasta că ideea religioasă, că oamenii sunt creații speciale ale lui Dumnezeu, este lipsită de fundament? Răspunsul la aceste întrebări este acela că, din punct de vedere biologic, noi suntem asemănători maimuțelor, dar sub alte aspecte *biologice* suntem foarte diferiți și aceste diferențe constituie o bază solidă pentru o viziune religioasă a omului, ca o creație specială a lui Dumnezeu.

Transformarea maimuței în om și transformarea creierului în inteligență sunt întrebări strâns corelate. Oamenii de știință sunt departe de a avea răspunsuri satisfăcătoare. Întâi de toate, noi explorăm modul în care se aseamănă și cum diferă oamenii și maimuțele.

Ereditatea biologică se bazează pe transmiterea informației genetice de la părinți la urmași, la oameni, într-un mod asemănător cu ceea ce se întâmplă la animale. ADN-ul uman este împachetat în două seturi a câte 23 de cromozomi, câte un set fiind moștenit de la fiecare părinte. Numărul total de litere ale ADN-ului (cele patru nucleotide reprezentate de A, C, G, T; vezi Capitolul 7) din fiecare set de cromozomi este de aproape 3 miliarde, după cum am menționat mai sus. Proiectul Genomul Uman a descifrat succesiunea celor trei miliarde de litere ale genomului uman (adică, într-un singur set de cromozomi; succesiunea genomului uman variază între genomuri printr-o literă la o mie).

Cele două genomuri (seturi de cromozomi) ale fiecărui individ sunt diferite unul de altul și de genomurile oricărei alte ființe umane (cu excepția obișnuită a gemenilor identici, care împărtășesc aceleași două seturi de gene, deoarece gemenii identici se dezvoltă dintr-un singur ovul uman fecundat). Estimez că Biblia

din timpul lui Iacob I[*] are cam 3 milioane de litere, semne de punctuație și spații. Notarea succesiunii ADN-ului unui genom uman ar necesita 1 000 de volume de mărimea Biblici. Succesiunea genomului uman nu este, bineînțeles, tipărită sub formă de cărți, dar este stocată în format electronic în computere, din care cercetătorii pot extrage fragmente de informații. Dar dacă se dorește un text tipărit, ar fi necesare 1 000 de volume doar pentru un singur genom uman. Tipărirea informației complete a unui genom al unui singur individ ar însemna 2 000 de volume, câte 1 000 pentru fiecare din cele două seturi de cromozomi. Bineînțeles, există moduri mai economice de prezentare a informației din cel de-al doilea set, decât listarea succesiunii complete de litere, de exemplu, prin indicarea poziției fiecărei litere diferite în al doilea set, față de primul set. Numărul de litere care diferă între cele două seturi ale unui individ este de aproximativ 3 milioane sau de 1 la 1 000.

Proiectul Genomul Uman a fost inițiat de Statele Unite în 1989, fiind finanțat prin două agenții, National Institutes of Health și Department of Energy. (O inițiativă privată, Celera Genomics, a apărut în Statele Unite ceva mai târziu, dar s-a alăturat proiectului sponsorizat de guvern, obținând rezultate similare printr-o activitate independentă). Scopul era obținerea succesiunii complete a unui genom uman în 15 ani, la un cost aproximativ de 3 miliarde de dolari, revenind un dolar pentru fiecare literă a ADN-ului. O parte a secvenței genomului a fost completată înainte de termen, în 2001. În 2003, Proiectul Genomul Uman s-a încheiat.

---

[*] Este vorba de versiunea engleză autorizată de Iacob I (1603–1625) în 1611 și care se folosește și azi. (*N. tr.*)

Se știe că secvența ADN-ului uman este un prim pas, dar nu mai mult decât un pas, către înțelegerea structurii genetice a unei ființe umane. Gândiți-vă la cele 1 000 de volume de mărimea Bibliei. Cunoaștem acum succesiunea, în ordine, a celor 3 miliarde de litere, dar această succesiune nu ne oferă o înțelegere a ființelor umane mai mult decât am putea înțelege conținutul a 1 000 de volume de mărimea Bibliei, scrise într-o limbă extraterestră căreia îi cunoaștem numai alfabetul, doar pentru faptul că am ajuns să le descifrăm succesiunea literelor.

Ființele umane nu sunt mașini de producere a genelor. Manifestarea genelor, la mamifere, are loc în interacțiune cu mediul, în modele care sunt complexe și toate imposibil de anticipat în detaliu — și tocmai în detalii rezidă unicitatea. La om, „mediul" capătă o nouă dimensiune și devine cel dominant. Oamenii manipulează mediul natural, astfel încât acesta să se potrivească nevoilor structurii lor biologice, de exemplu, își confecționează îmbrăcăminte și își construiesc case pentru a se apăra de frig. Mai mult, produsele tehnologiei umane, ale artei, științei, instituțiilor politice și altele asemănătoare sunt trăsăturile dominante ale mediilor umane.

Există două trăsături remarcabile ale anatomiei umane: poziția verticală și creierul mare. La mamifere, mărimea creierului este, de obicei, proporțională cu mărimea corpului. Raportat la greutatea corporală, oamenii au cel mai mare creier (și mai complex) dintre toate mamiferele. Creierul cimpanzeului cântărește mai puțin de 450 g; al unei gorile, ceva mai mult. Strămoșii noștri hominizi aveau, cel puțin de acum 5 milioane de ani, un mers biped, dar creierul lor era foarte

mic, cântărind ceva mai puțin de 450 g, până acum 2 milioane de ani. Dimensiunea creierului a început să crească semnificativ la strămoșii noștri *Homo habilis* care aveau creierul de aproape 700 g. Ei își făceau unelte (de aici numele de *habilis*) și au dăinuit câteva mii de ani, începând de aproximativ 2 milioane de ani. Descendenții lor, *Homo erectus*, avea la maturitate creierul de aproximativ 900 g. La maturitate, *Homo sapiens* are un creier de aproximativ 1 350 g, de trei ori mai mare decât al hominizilor timpurii.

Creierul nostru nu este doar cu mult mai mare decât al cimpanzeilor sau al gorilelor, ci și cu mult mai complex. Cortexul nostru cerebral, unde sunt procesate funcțiile cognitive superioare, ocupă disproporțional o parte a creierului nostru cu mult mai mare decât la maimuțe.

O parte a secvenței ADN-ului genomului de cimpanzeu a fost publicată la 1 septembrie 2005. În secvențele de ADN comune oamenilor și cimpanzeilor, cele două specii sunt identice în proporție de 99 de procente. Diferențele sunt nesemnificative sau foarte mari, în funcție de modul în care se alege să fie considerate: un procent din total pare a fi foarte mic, dar înseamnă o diferență de 30 de milioane de litere ADN din 3 miliarde ale fiecărui genom. Douăzeci și nouă de procente din enzime și alte proteine codificate de către gene sunt identice la ambele specii. O sută până la câteva sute de aminoacizi care alcătuiesc fiecare proteină, cele 71 de procente de proteine neidentice diferă de la oameni la cimpanzei prin doar doi aminoacizi, în medie. Dacă se iau în considerare segmentele de ADN găsite la o specie, dar nu și la cealaltă, cele două genomuri sunt identice în proporție de 96 la sută, ca în cazul secvențelor

ADN comune celor două specii. Adică, o cantitate mare de material genetic — și anume 3 procente, sau aproximativ 90 de milioane de litere ADN — a fost inserată sau eliminată de când oamenii și cimpanzeii și-au început evoluția pe căi separate, acum 7–8 milioane de ani. Cea mai mare parte a ADN-ului nu conține gene care codifică proteine.

Comparația celor două genomuri oferă o perspectivă asupra ratei evoluției unor anumite gene aparținând celor două specii. O descoperire semnificativă este că genele active din creier s-au schimbat mai mult în ramura umană decât în cea a cimpanzeilor. De asemenea, este semnificativ că genele umane care au cea mai rapidă evoluție sunt cele care codifică „factorii de transcripție“, și anume proteinele „switch“, care controlează manifestarea altor gene. Ele determină când anume alte gene devin active sau inactive. În total, 585 de gene, inclusiv genele implicate în rezistența la malarie și tuberculoză, au fost identificate ca evoluând mai rapid la om decât la cimpanzei. (A se reține că malaria este o boală periculoasă pentru oameni, dar nu și pentru cimpanzei.)

Genele localizate pe cromozomul Y, prezente doar la masculi, au fost mult mai bine protejate prin selecție naturală la om decât la cimpanzei, la care câteva gene au încorporat mutații ineficiente care fac genele nefuncționale. De asemenea, există câteva segmente ale genomului uman, care par să conțină gene benefice și care au evoluat rapid în ultimii 250 000 de ani. Un segment conține gena *FOXP2*, implicată în evoluția vorbirii.

Toate aceste cunoștințe (și mult mai multe de același tip care vor urma) sunt de mare interes, dar ceea ce știm până acum ne ajută prea puțin să înțelegem prin ce

schimbări genetice ne deosebim ca oameni. Totuși, se cunosc câteva caracteristici de bază responsabile pentru deosebirile dintre oameni care, prin urmare, pot servi ca fundament pentru o viziune religioasă asupra omenirii: creierul mare și ritmul accelerat al evoluției genelor, cum ar fi cele implicate în vorbirea umană.

Comparații extinse ale genomurilor oamenilor și ale cimpanzeilor și explorarea experimentală a funcțiilor asociate cu genele importante, cu siguranță, vor contribui considerabil ca, în viitorii zece-douăzeci de ani, să înțelegem mai bine prin ce ne deosebim ca oameni. Este, de asemenea, sigur, că deplina înțelegere sub aspect biologic va surveni doar dacă rezolvăm și cea de-a doua enigmă, cea a transformării creierului în inteligență, pe care am identificat-o anterior. Caracteristicile distinctive care ne fac oameni se formează la începutul dezvoltării, cu mult înainte de naștere, pe măsură ce informația liniară codificată în genom se exprimă treptat într-un individ cvadridimensional, un individ care își schimbă configurația odată cu trecerea timpului. În sens major, cele mai distinctive caracteristici umane sunt cele exprimate prin creier, cele care sunt responsabile pentru inteligența și identitatea umană.

Unii credincioși creștini vor spune că deosebirea fundamentală dintre oameni și maimuțe constă în sufletul creat de Dumnezeu, pe care maimuțele nu îl au. Acesta este un răspuns religios sau teologic, satisfăcător pentru mulți credincioși, dar nu și din punct de vedere *științific*. Ceea ce vreau să spun este că, dincolo de prezența sau de absența sufletului, oamenii de știință doresc să afle modul în care deosebirile anatomice și de comportament dintre oameni și maimuțe au survenit din deosebirile genetice dintre ei. Desigur, cei care cred

în suflet nu vor considera, sper, că nu există corelații biologice responsabile pentru deosebirile dintre maimuță și om. Oamenii de știință caută să înțeleagă tocmai care sunt acele caracteristici genetice sau altele care produc deosebirea dintre specia noastră și maimuțe sau alte animale. Luați în considerare, prin analogie, o persoană. Cei credincioși ar putea să considere că sufletul dat de Dumnezeu este responsabil de ceea ce este fiecare persoană. Dar, desigur, aceasta nu înseamnă contestarea faptului că fiecare persoană se dezvoltă inițial dintr-un ovul fecundat în uterul mamei și, ulterior, prin multiple diviziuni celulare. Nici nu vom vrea să ignorăm caracteristicile genetice și alte caracteristici prin care o persoană se deosebește de alta.

Pe măsură ce se progresează în înțelegerea biologică a deosebirilor dintre oameni și maimuțe, va rămâne, desigur, mult loc pentru reflecția filosofică, precum și pentru multe alte probleme de mare semnificație teologică. Cunoașterea biologică nu elimină credința religioasă. Mai degrabă, cunoașterea științifică poate oferi o bază pentru abordările teologice.

Enigma creier-inteligență

Creierul este organul uman cel mai complex și mai distinctiv. El este alcătuit din 30 de miliarde de celule sau neuroni, fiecare dintre ele conectate la multe altele, prin două tipuri de extensii celulare, cunoscute sub numele de axoni și dendrite. Din punct de vedere evolutiv, creierul animalelor este o puternică adaptare biologică; creierul permite organismului să obțină și să proceseze informații legate de condițiile de mediu și apoi să se adapteze la ele. Această abilitate a fost adusă

la un anumit nivel la om, căci bizara hipertrofie a creierului face posibilă gândirea abstractă, limbajul și tehnologia. Prin aceste mijloace, omenirea a inaugurat un nou mod de adaptare, cu mult mai puternic decât cel biologic: adaptarea prin cultură (vezi mai jos).

Cea mai rudimentară abilitate de colectare și procesare a informațiilor legate de mediu o au unele microorganisme unicelulare. Protozoarul *Paramecium* înoată, aparent la întâmplare, ingerând bacteriile pe care le întâlnește, dar când întâlnește un mediu acid sau salin neprielnic își schimbă traiectoria și pornește într-o nouă direcție. Alga unicelulară *Euglena* nu numai că evită mediile de viață neprielnice, ci le și caută pe cele corespunzătoare, orientându-se după lumină, pe care o percepe printr-un punct fotosensibil. Plantele au progresat, dar nu prea mult. În afară de cele care au cârcei, care se răsucesc în jurul oricărui obiect solid și unele plante carnivore care reacționează la atingere, plantele reacționează, în general, doar la lumină, întuneric și umezeală.

La animale, abilitatea de a asigura și procesa informațiile despre mediu este mijlocită de sistemul nervos. Cele mai simple sisteme nervoase se găsesc la corali și la meduze; ele nu-și pot coordona diferitele părți ale corpului, astfel că fiecare parte este capabilă să reacționeze la un stimul direct. Aricii de mare și stelele de mare au un inel nervos și cordoane nervoase radiale, ce coordonează stimulii proveniți din diferite părți; de aici, capacitatea acestora de a răspunde prin acțiuni directe și unitare ale întregului corp. Nu au creier și par incapabili să învețe din experiență. Viermii plați din ordinul Planaria au cel mai rudimentar creier care este cunoscut; creierul lor central și sistemul nervos procesează și

coordonează informațiile adunate prin celulele senzoriale. Aceste animale sunt capabile de o învățare simplă și, prin urmare, de reacții variate la stimuli întâlniți în mod repetat. Insectele și rudele lor au creierul încă și mai avansat; ele obțin din mediu semnale precise — chimice, acustice, vizuale și tactile și le procesează, făcând posibile comportamente complexe, în special, în căutarea hranei, selecția partenerilor și organizarea socială.

Vertebratele — animale cu coloană vertebrală — sunt capabile să obțină și să proceseze semnale mult mai complicate și să răspundă la mediul înconjurător într-un mod mai diferit decât insectele sau alte nevertebrate. Creierul vertebratelor are un număr enorm de neuroni asociativi aranjați în tipare complexe. La vertebrate, abilitatea de a reacționa la informațiile provenind din mediu crește odată cu creșterea dimensiunilor emisferelor cerebrale și a neopaliumului, un organ care asociază și coordonează semnalele de la toți receptorii și de la centrii creierului. La mamifere, neopaliumul s-a extins și a devenit cortexul cerebral. Oamenii au un creier foarte mare raportat la dimensiunea corpului, precum și un cortex cerebral disproporționat de mare și de complex, chiar raportat la mărimea creierului lor. Gândirea abstractă, limbajul simbolic, organizarea socială complexă, valorile, etica și religia sunt manifestări ale uimitoarei capacități a creierului uman de a aduna informații despre lumea înconjurătoare și de a le integra, dar și de a reacționa flexibil la ceea ce percepe.

Evoluția culturală

Odată cu avansata dezvoltare a creierului uman, evoluția biologică s-a depășit pe sine, deschizând un nou

mod de evoluție: adaptarea prin manipularea tehnologică a mediului. Organismele se adaptează la mediu prin mijloacele selecției naturale, prin schimbarea constituției lor genetice pentru a corespunde cerințelor mediului. Oamenii (și numai oamenii, cel puțin până la un nivel semnificativ) au dezvoltat capacitatea de a se adapta la mediile de viață ostile, prin modificarea acestora, potrivit nevoilor genelor lor. Descoperirea focului și inventarea îmbrăcămintei și a adăpostului au permis oamenilor să se răspândească din caldele regiuni tropicale și subtropicale din Lumea Veche, la care suntem adaptați din punct de vedere biologic, pe aproape întreaga suprafață a Pământului; fiind nomazi, ei nu puteau să aștepte dezvoltarea unor gene care să le ofere protecție anatomică împotriva temperaturilor joase, prin mijloace de genul blănii sau al părului. Nici oamenii din ziua de azi nu așteaptă aripi sau branhii; am cucerit aerul și mările prin invenții proiectate cu ingeniozitate — avioane și vapoare. Creierul uman (sau, mai degrabă, inteligența umană) este cel care a făcut ca oamenii să fie cea mai reușită specie, după standardele cele mai semnificative.

Nu există suficienți biți în succesiunea completă a ADN-ului unui genom uman, pentru a specifica trilioanele de conexiuni dintre cele 30 de miliarde de neuroni ai creierului uman. Prin urmare, instrucțiunile genetice trebuie să fie organizate în circuite de control care, inițial, operează la diferite niveluri ierarhice (vezi Capitolul 7), astfel încât o comandă de la un anumit nivel să fie transmisă prin multiple canale la nivelurile inferioare din ierarhia circuitelor de control.

Una dintre cele mai incitante discipline ale biologiei, care a evoluat vertiginos în ultimele două decenii, este

neurobiologia. O puternică mobilizare a resurselor financiare și umane, în acest domeniu, a permis un ritm al descoperirilor fără precedent. S-au aflat multe despre modul în care lumina, sunetul, temperatura, rezistența și semnalele chimice, recepționate de organele noastre de simț, declanșează eliberarea de transmițători chimici și diferențe de potențiale electrice care transmit semnalele prin nervi, spre creier și spre oricare parte a corpului. S-au aflat multe și despre felul în care canalele neuronale pentru transmiterea informațiilor devin mai active prin utilizare sau felul în care pot fi înlocuite după o vătămare; despre tipurile de neuroni sau grupurile de neuroni, care procesează informațiile provenite de la un anumit organ sau dintr-un anumit loc, dar și despre multe alte aspecte legate de procesele neurale. Dar, cu toate aceste progrese, neurobiologia este abia la început, în stadiul dezvoltării teoretice, comparabil cu acela în care se afla genetica la începutul secolului XX. Lucrurile cele mai importante rămân învăluite în mister: modul în care fenomenele fizice devin experiențe mentale (sentimentele și senzațiile, numite „qualia (lat.)" de către filosofi, care sunt elemente ale conștientului) și cum din diversitatea acestor experiențe apare inteligența, o realitate cu proprietăți unitare, cum ar fi liberul arbitru și conștiența de sine care persistă pe toată durata vieții unui individ.[5]

---

[5] Unii biologi, filosofi și alți oameni de știință se întreabă dacă balenele, câinii sau maimuțele nu ar putea să aibă ideea de sine, dacă nu ar putea fi conștiente de sine, ca oamenii. Ei susțin că nu știm aceasta cu siguranță, deoarece nu putem ști ce se întâmplă în mintea unor animale. Aceasta este, bineînțeles, corect, dar eu sunt convins că numai oamenii au conștiență de sine, pe baza următorului argument. A fi conștient de sine implică a conștientiza propria finitudine, faptul că sinele nostru încetează când murim. Cu alte cuvinte, conștiența de sine include conștiența morții. Aceasta, la rândul său,

Credincioșii ar putea spune, o dată în plus, că sufletul este răspunzător pentru inteligență. Încă o dată, oamenii de știință totuși vor dori să înțeleagă corelațiile biologice (precum și pe cele chimice sau electrice) responsabile pentru experiențele mentale.[6] Nu cred că misterele minții sunt insondabile; ci, mai degrabă, ele sunt enigme pe care oamenii le pot rezolva cu metodele științei și explica prin analiză filosofică și reflecție. Și sunt sigur că, în următorii cincizeci de ani, multe dintre aceste enigme vor fi dezlegate și vor oferi perspective religioase și teologice evaluabile. Atunci ne vom afla într-adevăr pe sensul îndemnului: „Cunoaște-te pe tine însuți."

În capitolul următor, vom completa recapitularea dovezilor în favoarea evoluției, aruncând o privire asupra biologiei moleculare, o disciplină științifică de dată recentă care oferă cea mai puternică dovadă că totuși evoluția a avut loc. Mai mult, biologia moleculară face posibilă reconstituirea relațiilor evolutive dintre organisme, cu precizia dorită.

---

impune un ceremonial funerar. Noi arătăm respect celor morți, pentru că am vrea să ni se poarte și nouă respect când vom muri. Oamenii sunt singurele ființe care au un ceremonial funerar. Prin aceasta conchid că suntem singurele ființe conștiente de sine. Această concluzie este, bineînțeles, favorabilă credincioșilor care cred în existența sufletului.

[6] Matematicianul și filosoful René Descartes (1596–1650) considera că sufletul influențează corpul, acționând prin glanda pineală a creierului. Această sugestie fantezistă lasă nerezolvate problemele pe care le-am ridicat: care sunt corelările psihologice ale experiențelor mentale. De exemplu, știm că amintirile sunt stocate în creier. Totuși, înțelegerea de către noi a stărilor creierului care cuprind experiențele noastre mentale sau vice-versa (adică înțelegerea modului în care experiențele noastre mentale au un impact asupra stărilor creierului nostru) este abia la început.

7

Biologia moleculară

„Scopul biologiei moleculare este acela de a interpreta structurile și performanțele biologice în termeni moleculari foarte expliciți."

P.B. și J. S. Medawar,
Aristotle to Zoos, p.186

Arborele universal al vieții cuprinde toate organismele începând cu strămoșul lor comun și până în prezent. În figura de la pagina 104, grupele de organisme sunt reprezentate de ramurile unui arbore. Există trei seturi de ramuri importante: eucariote, bacterii și archaea; ultimele două sunt procariote și sunt organisme microscopice. Majoritatea organismelor eucariote sunt, de asemenea, unicelulare microscopice, dar animalele, plantele și fungii sunt organisme pluricelulare; ele sunt reprezentate ca trei din multele ramuri ale eucariotelor. Toate organismele sunt înrudite prin descendența comună dintr-o singură formă de viață, reprezentată prin „trunchiul" arborelui (linia dreaptă de jos).[1]

Biologia moleculară, o disciplină care a apărut în cea de-a doua jumătate a secolului XX, la aproape 100 de ani de la publicarea *Originii speciilor*, a oferit cea mai

[1] Organismul ancestral reprezentând punctul din care diverg pentru prima dată ramurile importante este denumit uneori LUCA, the Last Universal Common Ancestor. (Vezi figura de la pagina 104).

solidă dovadă de până acum, a evoluției organismelor. Biologia moleculară susține evoluția în două moduri: mai întâi, demonstrând unitatea din natura ADN-ului și a activităților organismelor la nivelul enzimelor și altor molecule proteice; în al doilea rând, și cel mai important pentru evoluționiști, prin faptul că devine posibilă reconstituirea relațiilor evolutive care erau necunoscute anterior, și confirmarea, clarificarea, și datarea tuturor relațiilor evolutive pornind de la strămoșul comun universal, până la toate organismele actuale. Precizia cu care pot fi reconstituite aceste evenimente este un motiv care face ca dovada adusă de biologia moleculară să fie deosebit de utilă și de convingătoare pentru evoluționiști.

Unitatea vieții

Componentele moleculare ale organismelor sunt remarcabil de uniforme atât în esența componentelor, cât și în modurile în care sunt asamblate și utilizate. La toate bacteriile, archaea, plantele, animalele și oamenii, instrucțiunile care ghidează dezvoltarea și funcționarea organismelor sunt cuprinse în același material ereditar, ADN-ul, care oferă instrucțiunile pentru sinteza proteinelor. Miile de proteine, de o diversitate imensă existente în organisme, sunt sintetizate din diferite combinații, în succesiuni de lungimi variabile, de douăzeci de aminoacizi, aceleași în toate proteinele și în toate organismele. Totuși mai există și câteva alte sute de aminoacizi. Mai mult decât atât, codul genetic, prin care informația conținută în ADN-ul nucleului celulei este

transmisă proteinelor, este, în fond, același peste tot.[2] Căi metabolice similare — succesiuni de reacții biochimice — sunt utilizate de către cele mai diverse organisme pentru a produce energie și a alcătui componentele celulare. Multe alte căi sunt posibile din punct de vedere teoretic, însă doar un număr limitat este folosit de organisme, iar căile sunt aceleași în organisme cu moduri de viață extrem de diferite.

Unitatea vieții relevă continuitatea genetică și originea comună a tuturor organismelor. Nu există un alt mod rațional de a explica uniformitatea lor moleculară, cunoscut fiind faptul că numeroase structuri alternative și procese fundamentale sunt, în principiu, asemănătoare. Codul genetic poate servi drept exemplu. Fiecare secvență de câte trei nucleotide (numită „triplet" sau „codon") din ADN-ul nucleic acționează ca un cod pentru exact aceiași aminoacizi, în toate organismele. De exemplu, în oricare genă a organismului, codonul GCC face ca aminoacidul alanină să fie încorporat în proteina specificată de către genă; codonul GAC determină încorporarea aminoacidului asparagină ș.a.m.d.[3] Corespondența universală dintre limbajul ADN (codoni) și limbajul proteinelor (aminoacizi) nu este cu mult mai necesară decât ar fi în cazul oricăror două limbi vorbite utilizarea acelorași combinații de litere pentru a reprezenta același concept sau obiect. Dacă descoperim că anumite succesiuni de litere — planetă, copac, femeie — sunt utilizate cu semnificații

---

[2] O modificare minoră a codului genetic are loc în ADN-ul mitocondriilor.

[3] Observați că ADN-ul unei gene este „tradus" mai întâi într-o moleculă înrudită, ARN (așa-zisul „mesager ARN") și că acest cod genetic se referă la codonii din ARN.

identice într-un număr de cărți diferite, atunci putem fi siguri că limbile folosite în cărți sunt identice și că trebuie să fi avut o origine comună.

Informația genetică

Genele și proteinele sunt molecule lungi care conțin informații în succesiunea componentelor lor, într-un mod similar celui în care semnificația propozițiilor în orice limbă este dată de înșiruirea de litere și cuvinte. Succesiunile care alcătuiesc genele sunt transmise de la părinți la urmași și sunt identice de la generație la generație, exceptând schimbările aleatorii introduse de mutații. Speciile înrudite îndeaproape au succesiuni ale ADN-ului foarte similare; puținele diferențe reflectă mutațiile care au avut loc la ultimul lor strămoș comun. Speciile înrudite indirect una cu cealaltă prezintă mai multe diferențe în ADN-ul lor decât cele înrudite direct, întrucât ultimul lor strămoș comun este mult îndepărtat în timp. Acesta este raționamentul folosit la reconstituirea istoriei evolutive pe baza moleculelor, care poate fi ilustrat prin următoarea analogie.

Să presupunem că noi comparăm două cărți scrise în aceeași limbă. Ambele cărți au 200 de pagini și același număr de capitole. O examinare amănunțită relevă că cele două cărți sunt identice pagină cu pagină și cuvânt cu cuvânt, exceptând doar câte un cuvânt întâmplător — să spunem, 1 la 100 — care este diferit. Cele două cărți nu se poate să fi fost scrise independent; fie una a fost copiată după cealaltă, ori ambele au fost copiate, direct sau indirect, după aceeași carte originară. La viețuitoare, dacă fiecare component nucleotidic al ADN-ului este reprezentat printr-o literă, succesiunea

completă de nucleotide din ADN-ul unui organism superior ar necesita câteva sute de cărți, fiecare de câteva sute de pagini, cu câteva mii de litere pe fiecare pagină. Când „paginile" (sau succesiunile de nucleotide) din aceste „cărți" (genomuri) sunt examinate una după alta, corespondența „literelor" (nucleotidelor) oferă o evidență de necontestat a originii comune. Dar putem face încă un pas.

Așa cum s-a arătat mai sus, biologia moleculară oferă două tipuri de argumente pentru evoluție. Utilizând analogia cu alfabetul, primul argument spune că limbajele care folosesc același alfabet (aceeași moleculă ereditară, ADN-ul alcătuit din aceleași patru nucleotide, și aceiași 20 de aminoacizi în proteinele lor) și același dicționar (același cod genetic) nu pot avea origini independente. Cel de-al doilea argument are în vedere gradul de similaritate al succesiunii nucleotidelor din ADN (și astfel, succesiunea de aminoacizi din proteine); ca atare, cărțile cu texte foarte asemănătoare nu pot avea origini independente. Gradul de similaritate dintre secvențele de ADN (și proteine) este cel care face posibilă reconstituirea istoriei evoluției. Vom reveni la acest al doilea tip de dovezi (vezi „Macromoleculele informaționale").

De la Mendel la Dolly

Teoria eredității biologice a fost formulată de călugărul augustinian Gregor Mendel în 1866; dar a ajuns să fie larg cunoscută de către biologi abia în 1900: informația genetică este conținută în factori distinctivi sau gene, care există în pereche, un membru al perechii fiind primit de la fiecare părinte. Următorul pas către înțelege-

rea naturii genelor a fost făcut în primul sfert al secolului XX. S-a stabilit că genele sunt părți ale cromozomilor și sunt dispuse liniar de-a lungul acestora. A mai fost necesar un alt sfert de veac pentru a se stabili compoziția chimică a genelor — ADN-ul. După cum am subliniat anterior, ADN-ul constă din patru tipuri de componente chimice (nucleotide) organizate în molecule lungi, sub forma unei spirale duble.[4] Informația genetică este conținută în înșiruirea liniară a nucleotidelor, foarte asemănătoare celei în care informația semantică a unei propoziții în limba engleză este transmisă de înșiruirea specifică a celor douăzeci și șase de litere ale alfabetului englez.

Primul pas important către înțelegerea modului în care se decodează informația genetică a fost realizat în 1941, când George W. Beadle și Edward L. Tatum au demonstrat că genele determină sinteza enzimelor; enzimele sunt catalizatorii care controlează toate reacțiile chimice care au loc în ființe. Ulterior, a devenit cunoscut faptul că aminoacizii (componentele care alcătuiesc enzimele și alte proteine) sunt fiecare codificați printr-un set de trei nucleotide consecutive (codon). Această relație explică corespondența liniară dintre o anumită secvență de codificare a nucleotidelor în ADN și secvența de aminoacizi care alcătuiește enzima codificată.

Reacțiile chimice din organism trebuie să aibă loc ordonat; organismele trebuie să aibă modalități de conectare și deconectare a genelor, întrucât diferite

---

[4] Informațiile genetice ale unor virusuri sunt codificate în ARN, o moleculă formată tot din patru nucleotide, dintre care una (reprezentată prin U, de la uracil) este ușor diferită de nucleotida corespunzătoare din ADN (T). ARN nu este organizat în mod obișnuit ca o spirală dublă.

seturi de gene sunt active în celule diferite . Primul sistem de control al genelor a fost descoperit în 1961 de către François Jacob și Jacques Monod, la o genă care codifică o enzimă care digeră zahărul în bacteria *Escherichia coli.* Gena este conectată și deconectată de un sistem de câțiva întrerupători constând din secvențe scurte de ADN adiacente la partea de codificare a genei. (Secvența codificatoare a unei gene este partea care determină secvența aminoacizilor din enzima codificată.) Întrerupătorii care acționează asupra unei gene date sunt activați sau dezactivați prin bucle de feedback ce implică molecule sintetizate de alte gene. O diversitate de mecanisme de control al genelor a fost descoperită de curând în bacterii sau alte microorganisme. De obicei, în controlul genelor sunt prezente două elemente: buclele de feedback și secvențele scurte de ADN care acționează ca întrerupători. Buclele de feedback asigură ca prezența unei substanțe în celulă să inducă sinteza enzimei necesare digerării ei, și ca un exces de enzimă în celulă să reprime propria sinteză. De exemplu, gena care codifică o enzimă care digeră zahărul în *E. coli* este conectată și deconectată de prezența sau absența lactozei.

Cercetarea mecanismelor de control al genelor la mamifere (și alte organisme complexe) a devenit posibilă la mijlocul anilor '70, odată cu dezvoltarea tehnicilor de recombinare a ADN. Această tehnologie a făcut posibilă izolarea genelor unice (și a altor secvențe ADN) și multiplicarea sau „clonarea" lor, în miliarde de copii identice, pentru a obține cantitățile necesare stabilirii secvenței lor de nucleotide. O descoperire neanticipată a fost aceea că majoritatea genelor vin fragmentar: succesiunea de codificare a unei gene este

divizată în câteva fragmente separate unul de altul prin segmente de ADN necodificate. În plus față de succesiunea alternativă de segmente codificate și necodificate, genele mamiferelor conțin secvențe scurte de control, precum cele din bacterii, dar, de regulă, mai numeroase și mai complexe, care acționează ca niște întrerupătoare de control și semnalizează locul unde începe secvența codificată.

Multe lucruri rămân de descoperit în legătură cu mecanismele de control al genelor mamiferelor. Uimitoarele progrese ale biologiei moleculare au permis descoperirea unor prototipuri de sisteme de control al genelor mamiferelor, dar mai rămân încă multe lucruri de clarificat. Mai mult, înțelegerea mecanismelor de control al genelor individuale este doar primul pas important în rezolvarea misterului „decodificării ontogenetice", adică, modul în care ADN-ul determină caracteristicile organismelor pluricelulare pe deplin dezvoltate, cum ar fi plantele și animalele. Al doilea pas important este rezolvarea enigmei diferențierii.

De la ou la adult

O ființă umană este alcătuită din 1 trilion de celule de aproximativ 300 de tipuri diferite, derivate toate prin diviziune secvențială, fiecare celulă divizându-se în două, din ovulul fecundat, o singură celulă având diametrul de 0,1 milimetri (cam a patra mia parte din 2,54 cm). Primele diviziuni celulare produc o masă sferică de celule nediferențiate. Diviziuni succesive fac ca celulele să înceapă să se diferențieze prin apariția de pliuri și straturi în masa celulară și, ulterior, de varietăți de țesuturi, organe și membre specifice unei ființe umane.

Întregul set de gene se dublează la fiecare diviziune celulară, astfel că două genomuri complete sunt prezente în fiecare celulă. Totuși, diferite seturi de gene sunt active în diferite celule. Aceasta pentru că celulele trebuie să se diferențieze: o celulă nervoasă, o celulă musculară și o celulă a pielii diferă mult ca mărime, configurație și funcție. Activitatea diferențiată a genelor trebuie să continue și după diferențiere, deoarece diferite celule îndeplinesc funcții diferite, care sunt controlate de gene diferite. Totuși, experimentele cu alte animale (și unele cu oameni) arată că toate genele din fiecare celulă au posibilitatea de a se activa (oaia Dolly a fost concepută utilizându-se genele extrase dintr-o celulă a unei oi adulte.)

Informația care controlează diferențierea celulelor și a organelor este, în cele din urmă, conținută în secvența ADN-ului, dar cea mai mare parte în segmente foarte scurte ale acesteia. La mamifere, insecte și alte organisme complexe, există circuite de control care operează la niveluri superioare mecanismelor de control care activează și dezactivează genele individuale. Aceste circuite de nivel superior (cum ar fi așa-numitele gene *homeobox* sau *hox*) acționează mai degrabă asupra unor seturi de gene decât asupra unora individuale. Detalii despre modul în care sunt controlate aceste gene, despre numărul sistemelor de control, despre modul în care ele interacționează, dar și multe alte probleme conexe, mai trebuie soluționate, pentru a elucida transformarea oului în adult, modul în care un ovul fecundat se transformă într-un individ matur. Secvența ADN-ului unor elemente de control a fost stabilită, dar acesta este un succes minor, susținut insuficient de sondarea prin toate cele 3 miliarde de perechi

de nucleotide care constituie genomul uman. Experimentele cu celule stem par să ofere informații importante pe măsură ce oamenii de știință stabilesc cum celulele stem devin într-un caz celule ale creierului, iar în altul, celule musculare ș.a.m.d.

Beneficiile pe care le va aduce omenirii elucidarea decodificării ontogenetice sunt enorme. Această cunoaștere va face posibilă înțelegerea modurilor de acțiune ale unor boli genetice complexe, cum e cancerul, și, prin urmare, și vindecarea lor. Va contribui la înțelegerea procesului de îmbătrânire, neiertătoarea infirmitate care ucide pe toți cei care au câștigat bătăliile împotriva altor maladii.

Toate tipurile de cancer sunt anomalii ale decodificării ontogenetice: celulele proliferează chiar dacă bunăstarea organismului cere contrariul. Au fost identificate gene individuale („oncogene“) care sunt implicate în producerea anumitor forme de cancer. Dacă o celulă se va dovedi a fi sau nu canceroasă, aceasta va depinde de interacțiunea oncogenelor cu alte gene și cu mediul intern și extern al celulei. Îmbătrânirea este eșecul procesului decodificării ontogenetice: celulele nu reușesc să-și îndeplinească funcțiile imprimate în codificarea lor genetică sau nu mai sunt capabile să prolifereze sau să înlocuiască celulele moarte.

Macromoleculele informaționale

ADN-ul și proteinele au fost denumite „macromolecule informaționale“, deoarece sunt molecule lungi liniare alcătuite din secvențe de unități — nucleotide, în cazul acizilor nucleici, aminoacizi, în cazul proteinelor — care încorporează informația evolutivă. Compararea

secvenței componentelor a două macromolecule stabilește cât de multe unități sunt diferite. Întrucât evoluția are loc, de obicei, prin schimbarea pe rând, a unei unități, numărul de diferențe este un indiciu al caracterului recent al unei moșteniri comune.

Gradul de similitudine din secvența nucleotidelor sau a aminoacizilor poate fi cuantificat cu precizie. De exemplu, la oameni și la cimpanzei, molecula de proteină numită citocrom *c*, care are o funcție vitală în respirația celulară, constă din aceiași 104 aminoacizi, în exact aceeași ordine. Ea diferă totuși de citocromul *c* al maimuțelor rhesus printr-un singur aminoacid, de cel al cailor, prin alți unsprezece aminoacizi, și de cel al tonului prin alți douăzeci și unu de aminoacizi.

Gradul de similitudine reflectă caracterul recent al originii comune. Astfel, inferențele patologiei, anatomiei comparate și ale altor discipline care studiază istoria evoluției pot fi testate în studiile moleculare ale ADN-ului și proteinelor, prin examinarea secvențelor de nucleotide și aminoacizi. Autoritatea unui astfel de test este copleșitoare: fiecare dintre miile de gene și miile de proteine conținute într-un organism oferă un test independent al istoriei evoluției acelui organism.

Studiile evoluției moleculare prezintă trei avantaje notabile asupra anatomiei comparate și a altor discipline clasice. Unul dintre acestea este că informația este ușor de cuantificat. Numărul de unități care diferă este stabilit cu ușurință atunci când este cunoscută succesiunea de unități pentru o anumită macromoleculă, la diferite organisme. Este, pur și simplu, o chestiune de aliniere a unităților (nucleotide sau aminoacizi) între două sau mai multe specii și de numărare a diferențelor. Cel de-al doilea avantaj este că pot fi realizate

comparații între tipuri de organisme foarte diferite. Sunt foarte puține lucrurile pe care le poate evidenția anatomia comparată atunci când este vorba, de exemplu, de organisme diferite precum drojdii, pini și ființe umane, dar sunt numeroase secvențe de ADN și proteine care pot fi comparate în toate trei. Cel de-al treilea avantaj este multiplicitatea. Fiecare organism posedă mii de gene și de proteine, reflectând fiecare aceeași istorie a evoluției. Dacă investigarea unei singure gene sau proteine nu rezolvă într-un mod satisfăcător relația evolutivă a unui set de specii, pot fi investigate alte gene și proteine până când situația este lămurită.

Mai mult, ritmurile de evoluție extrem de diverse ale diferitelor seturi de gene deschid oportunitatea investigării diferitelor gene, cu scopul de a identifica diferite grade de ramificare în arborele evoluției. Evoluționiștii se bazează pe genele cu evoluție treptată, în reconstituirea evenimentelor evoluției îndepărtate, și pe genele cu o evoluție rapidă pentru reconstituirea istoriei evoluției organismelor recent derivate.

Genele care codifică moleculele de *ARN ribozomial* se află printre genele cu cea mai lentă evoluție. (Ribozomii sunt molecule complexe care mediază sinteza proteinelor; fiecare ribozom este alcătuit din câteva proteine și câteva molecule de ARN). Ele au fost folosite pentru a reconstitui relațiile evolutive între grupe de organisme care s-au separat cu mult timp în urmă: de exemplu, între bacterii, archaea și eucariote (cele trei diviziuni majore din lumea vie), care s-au separat cu mai bine de 2 miliarde de ani în urmă (a se vedea figura de la pagina 104), sau între protozoarele microscopice (de exemplu, *Plasmodium*, care provoacă malaria) comparativ cu plantele și animalele, grupe de organisme

care s-au desprins aproximativ acum 1 miliard de ani. Citocromul *c*, menționat mai sus, are o evoluție lentă, dar nu la fel de lentă ca a genelor ARN ribozomiale. De aceea, este folosit pentru descifrarea relațiilor din cadrul unor grupe mari de organisme, cum ar fi între oameni, pești și insecte. Moleculele cu o evoluție rapidă, cum sunt fibrinopeptidele implicate în coagularea sângelui, sunt potrivite pentru cercetarea animalelor foarte înrudite — primatele, de exemplu: macacii, cimpanzeii și oamenii.

Linia evoluției și diversificarea speciilor

ADN-ul și proteinele oferă informații legate nu numai de ramificarea descendențelor din strămoși comuni (diversificare numită „cladogeneză"), ci și de amploarea schimbării genetice care a avut loc într-o anumită descendență (cunoscută drept „anageneză"). La început, ar putea părea imposibilă cuantificarea anagenezei la proteine și la aminoacizi, deoarece pare să necesite compararea moleculelor unor organisme acum dispărute, cu molecule provenind din organisme vii. Organismele din trecut sunt uneori conservate ca fosile, dar ADN-ul și proteinele lor au dispărut în mare parte. Totuși, compararea speciilor vii oferă informații despre anageneză.

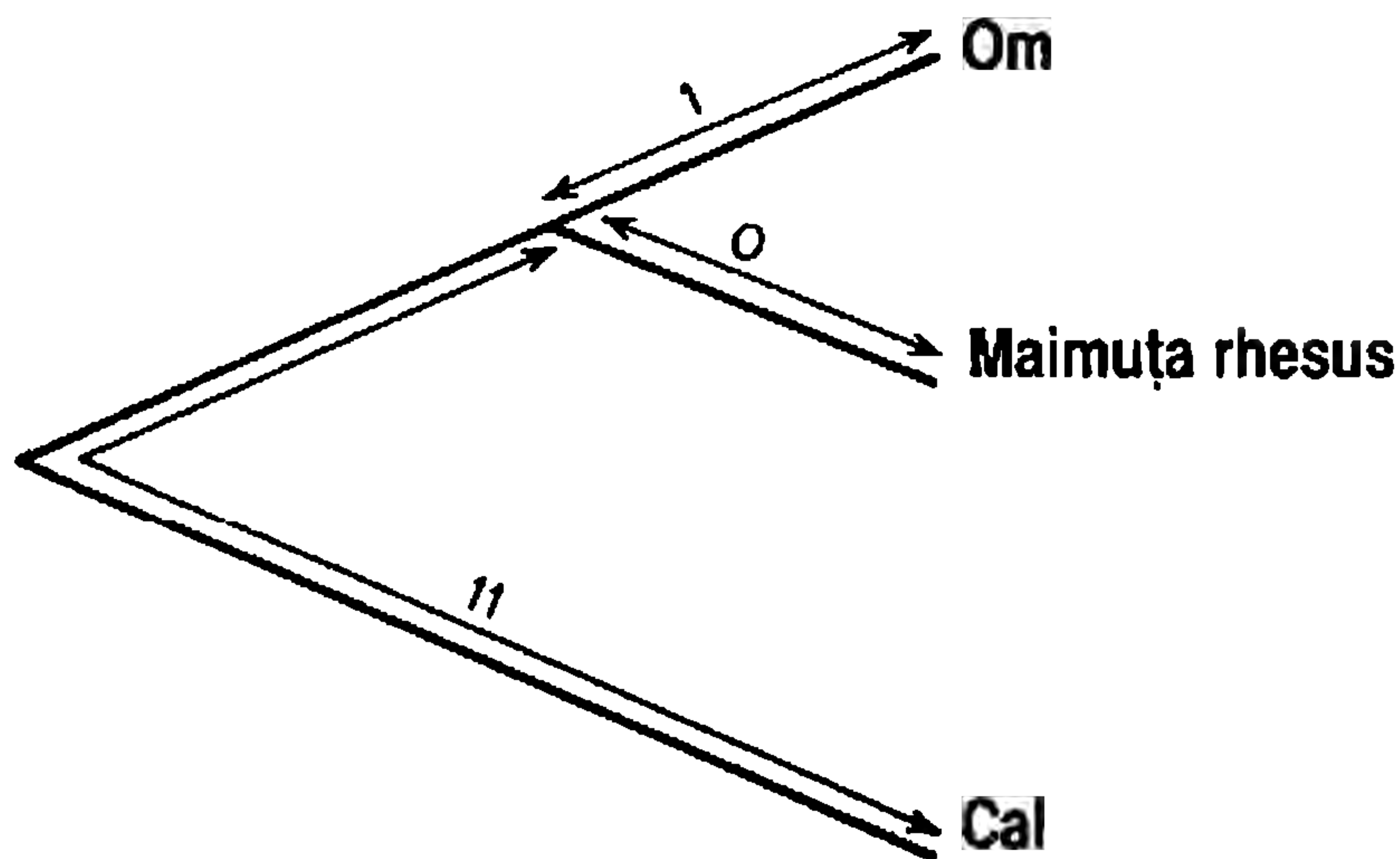
Să luăm, spre exemplu, proteina citocrom *c*, implicată în respirația celulară. Secvența de aminoacizi din această proteină este identificată la multe organisme, de la bacterii și drojdii, la insecte și oameni; la animale, citocromul *c* este alcătuit din 104 aminoacizi. Când este comparată secvența de aminoacizi a oamenilor cu cea a maimuțelor rhesus, se descoperă diferențe la poziția 58: izoleucina (I) la oameni, treonina (T) la maimuțele

rhesus, dar și identitate la alte 103 poziții (vezi figura de mai jos). Când se compară oameni și cai, se descoperă douăsprezece diferențe la aminoacizi, iar atunci când se compară cai cu maimuțe rhesus, apar unsprezece diferențe la aminoacizi. Chiar dacă nu am ști altceva legat de istoria evoluției mamiferelor, am conchide că liniile oamenilor și cele ale maimuțelor rhesus s-au separat mult mai recent decât s-au separat de linia cailor. Mai mult, se poate trage concluzia că diferența de aminoacizi dintre oameni și maimuțele rhesus trebuie să fi apărut la specia umană după separarea sa de specia maimuțelor rhesus (vezi figura de mai jos.)

Om	G-D-V-E-K-G-K-K-I-F-I-M-K-C-S-Q-C-
Maimuța rhesus	• • • • • • • • • • • • • • • • •
Cal	• • • • • • • • • • V Q • • A • •
	H-Y-V-E-K-G-G-K-H-K-Y-G-P-N-L-H-G-L-F-G-R-K-T-
	• •
	• •
	G-Q-A-P-G-Y-S-Y-T-A-A-N-K-N-K-G-I-I-W-G-E-D-T-
	• • • • • • • • • • • • • • • • • T • • • • •
	• • • • • F T • • D • • • • • • • T • K • E •
	L-M-E-Y-L-E-N-P-K-K-Y-I-P-G-T-K-M-I-F-V-G-I-K-
	• •
	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • A • • •
	K-K-E-E-R-A-D-L-I-A-Y-L-K-K-A-Y-N-E
	• • • • • • • • • • • • • • • • • •
	• • T • • E • • • • • • • • • • • •

Cei 104 aminoacizi din citocromul *c* al omului sunt prezentați sus (folosindu-se reprezentările standard printr-o singură literă, pentru fiecare aminoacid). La o poziție, maimuțele rhesus au treonină, în timp ce oamenii au izoleucină. Omul diferă de cal prin doisprezece aminoacizi; maimuța și calul diferă prin unsprezece aminoacizi. Punctele indică aminoacizii identici cu aceia ai citocromului c uman. (După Fitch și Margoliash, *Science* 155 (1967): 279–284).

Arborii evoluției sunt modele sau ipoteze care caută să reconstituie istoria evoluției — adică speciile, clasele, familiile, ordinele și alte grupe de organisme. După cum am arătat mai sus, arborii cuprind două tipuri de informație, corelate cu schimbarea evolutivă, cladogeneza și anageneza. Figura prezentată mai jos le ilustrează pe ambele. Relațiile de ramificare ale arborelui reflectă relațiile relative de înrudire sau cladogeneză. Astfel, în figură, omul și maimuța rhesus apar a fi înrudiți mai îndeaproape decât este omul sau maimuța cu calul. Altfel spus, acest arbore arată faptul că ultimul strămoș al acestor trei specii a trăit într-un trecut mai îndepărtat decât ultimul strămoș comun al oamenilor și maimuțelor.



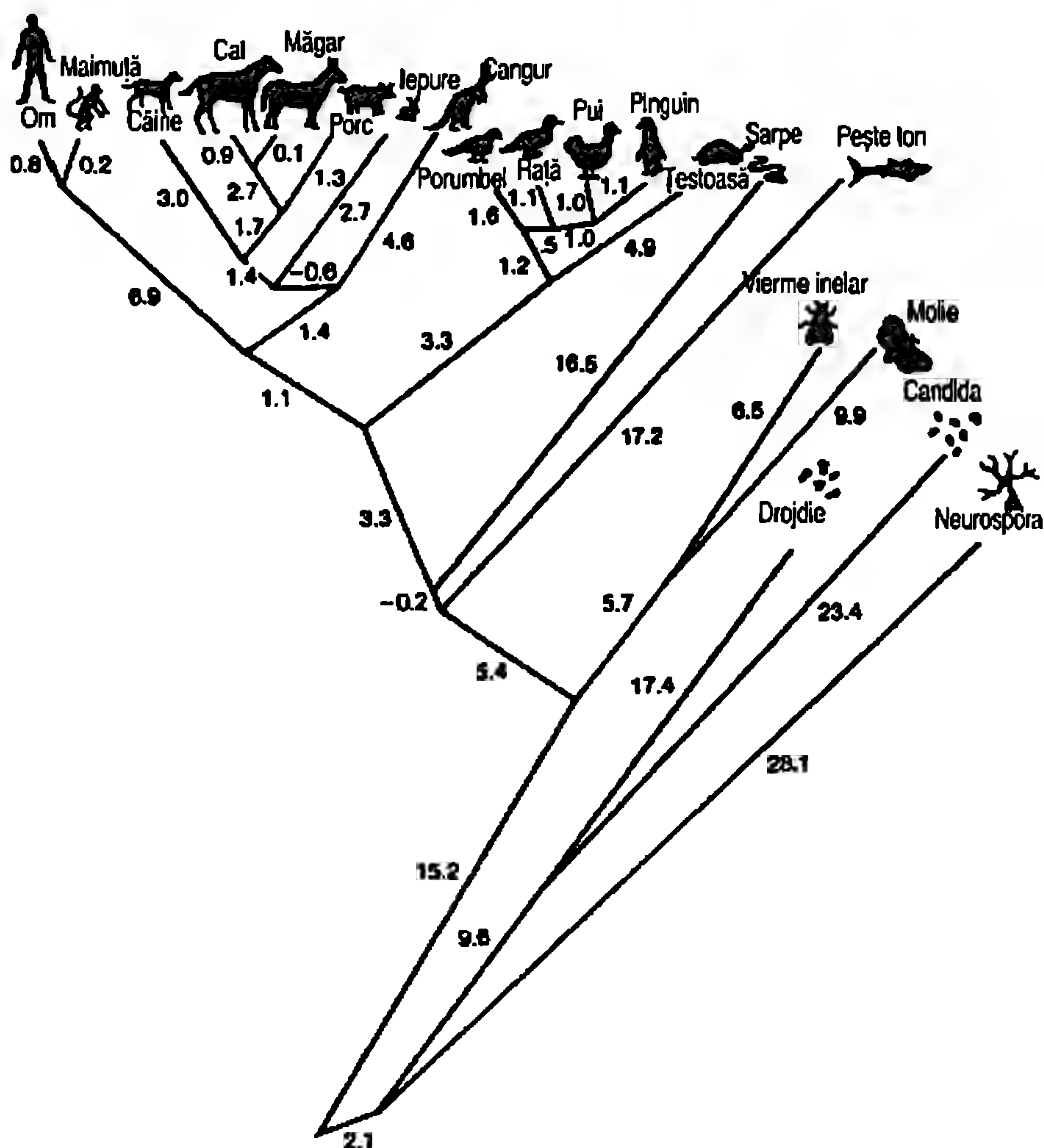
Arborele evoluției omului, al maimuței rhesus și al calului, bazat pe citocromul *c* al fiecăruia. Singura diferență între om și maimuță (figura de la pagina precedentă) se datorează unei schimbări la ramura omului, după ce acesta s-a desprins din ramura maimuței. S-a ajuns la această concluzie, deoarece maimuța și calul (ca și alte animale) au același aminoacid (T) la această poziție, în timp ce la om este diferit (aminoacidul I).

Arborii evoluției indică și schimbările apărute de-a lungul fiecărei ramuri evolutive sau anageneze. Astfel, în evoluția citocromului *c*, de la ultimul strămoș comun al oamenilor și maimuțelor rhesus, un aminoacid s-a schimbat în ramura care a evoluat către oameni, dar niciunul către maimuțele rhesus. La această concluzie s-a ajuns observându-se că, la o poziție, maimuțele și caii (precum și alte animale, vezi mai jos) au același aminoacid (treonina), în timp ce oamenii au unul diferit (izoleucina), care, prin urmare, trebuie să se fi schimbat la ramura umană după ce aceasta s-a separat de cea a maimuțelor. Secvențele de aminoacizi din citocromul *c* la douăzeci de organisme foarte diferite au fost puse în evidență în 1967.[5] Calcularea diferențelor de aminoacizi dintre douăzeci de specii a dus la crearea arborelui evoluției din figură.

Reconstituirea istoriei evoluției realizate cu ajutorul ADN-ului și al moleculelor de proteine urmează aceeași logică utilizată în anatomia comparată și în alte metode tradiționale: gradul de similitudine reflectă caracterul recent al originii comune. În paleontologie, vechimea fosilelor este determinată de vârsta rocilor în care s-au sedimentat. Inferențele cu anatomia comparată, paleontologia și cu alte discipline legate de istoria evoluției pot fi testate în studiile moleculare ale ADN-ului și proteinelor, prin examinarea secvențelor de nucleotide și aminoacizi. După cum s-a arătat mai sus,

---

[5] W.M. Fitch și E. Margoliash, „Construction of Phylogenetic Trees", *Science* 155(1967): 279–284.



Istoria evoluției a douăzeci de specii, bazată pe secvența aminoacidului citocrom c. Strămoșul comun (jos) al drojdiei și al omului a trăit cu peste 1 miliard de ani în urmă. Numerele de pe ramuri estimează substituțiile nucleotidelor care au avut loc în intervalul de evoluție reprezentat de ramură. Deși nu pot apărea numere fracționare (sau negative) de substituții ale nucleotidelor, numerele de pe ramuri sunt cele care corespund cel mai bine datelor. Studii mai detaliate ar face posibilă determinarea numărului exact de schimbări intervenite în fiecare ramură. (După Fitch și Margoliash, *Science* (1967): 279–284).

fiecare dintre miile de gene și miile de proteine dintr-un organism oferă un test independent al istoriei evoluției acelui organism. Au fost realizate multe mii de teste (și alte mii sunt publicate în fiecare an); niciunul nu a oferit dovezi împotriva evoluției. Probabil că nu mai există o altă noțiune în vreun domeniu al științei care să fi fost testată la fel de amănunțit și confirmată, în aceeași mare măsură, cum este originea evoluției organismelor vii.

Ceasul molecular

Un atribut remarcabil al evoluției moleculare este acela că diferențele între moleculele omoloage pot fi imediat cuantificate și exprimate, precum, de exemplu, proporțiile nucleotidelor sau ale aminoacizilor care s-au schimbat. (Moleculele omoloage sunt cele derivate dintr-o moleculă originară comună.) Astfel, ritmurile schimbării pot fi stabilite cu mai mare precizie în funcție de ADN sau de proteine, decât în funcție de trăsături, cum ar fi configurația sau funcția unui organ sau membru. Studiile ritmurilor evoluției moleculare au dus la afirmația că macromoleculele pot servi drept ceasuri ale evoluției.

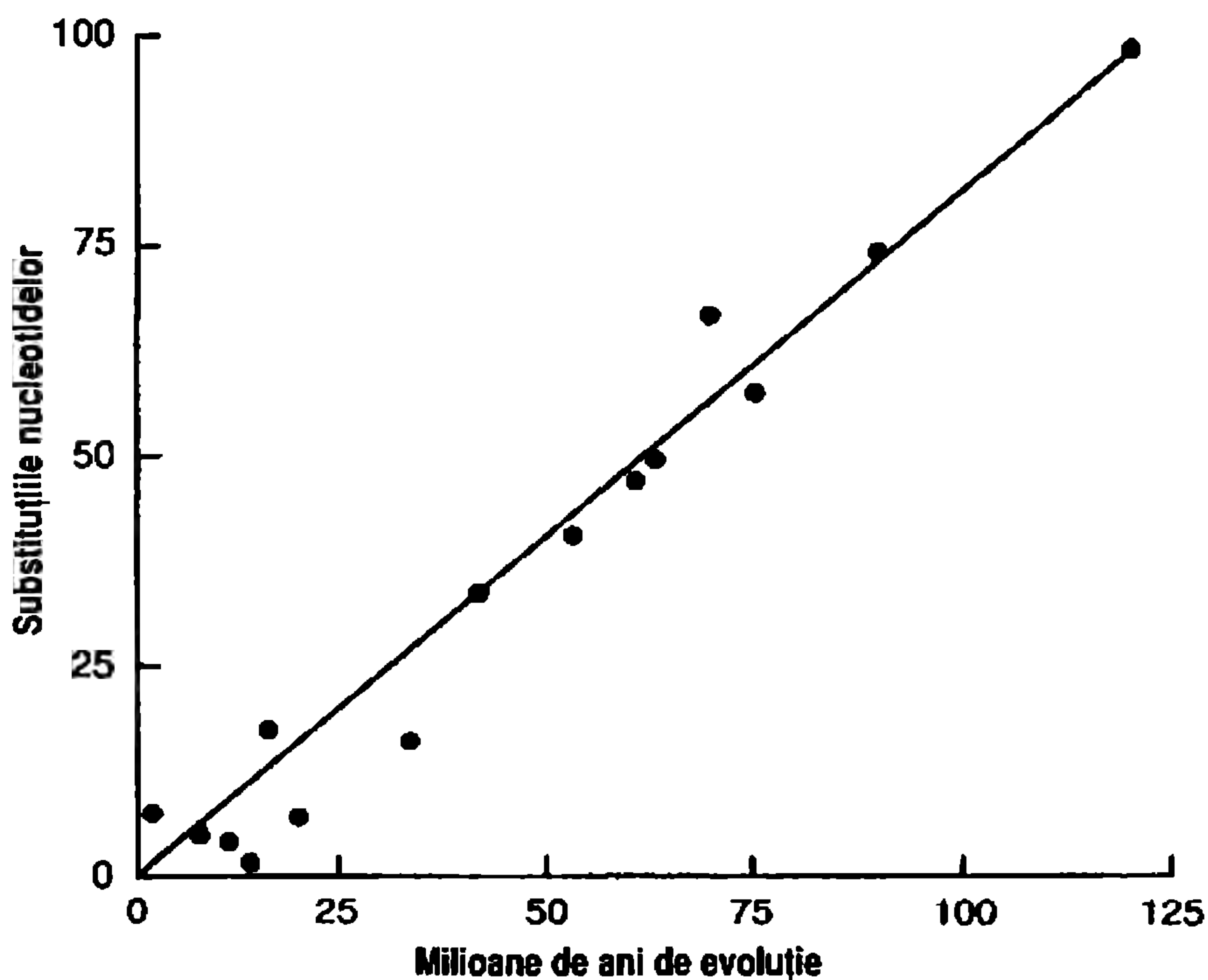
În anii '60, s-a observat că numărul de diferențe ale aminoacizilor între proteinele omoloage ale oricăror două specii, părea a fi aproape proporțional cu timpul scurs de la separarea lor de un strămoș comun. Dacă ritmul de evoluție al unei proteine sau gene ar fi aproximativ același în ramurile ce trimit la specii diferite, proteinele și secvențele de ADN ar servi drept ceas molecular al evoluției. Atunci secvențele ar putea fi folosite pentru a reconstitui nu numai succesiunea evenimen-

telor unei filogenii, ci și timpul când au avut loc diferite evenimente.

Iată, spre exemplu, figura de la pagina 160. Dacă substituirea nucleotidelor în codificarea genei pentru citocromul *c* ar avea loc într-un ritm constant în timp, am putea stabili timpul scurs în fiecare ramură a filogeniei, doar prin examinarea substituțiilor nucleotidelor în acea ramură. Ar trebui doar să reglăm ceasul după o sursă externă, cum ar fi fosilele, care ar indica timpul geologic scurs în mod real pentru cel puțin un urmaș specific sau un anumit punct de ramificare. De exemplu, dacă momentul separării dintre insecte și vertebrate este stabilit a fi avut loc acum 700 de milioane de ani, alte momente ale separării pot fi determinate prin numărul de schimbări ale aminoacizilor.

Nu se așteaptă ca ceasul evoluției moleculare să fie un metronom, un cronometru sau alte aparate care măsoară timpul cu exactitate, ci un ceas stocastic (probabilistic), precum dezintegrarea radioactivă. În cazul unui ceas stocastic, probabilitatea unei schimbări de o anumită amploare este constantă (de exemplu, se așteaptă ca un anumit număr de atomi de carbon-14, prin dezintegrare, să se reducă la jumătate în 5730 de ani, la „jumătatea duratei lor de viață"), deși au loc anumite variații în amploarea schimbării propriu-zise. Raportat la perioade extrem de îndelungate, un ceas stocastic poate fi foarte precis. Enorma potențialitate a ceasului molecular al evoluției constă în aceea că fiecare genă sau proteină este un ceas separat. Fiecare ceas „ticăie" într-un ritm diferit — ritmul evoluției caracteristic unei anumite gene sau proteine —, dar fiecare dintre miile și miile de gene sau proteine oferă o măsurare independentă a acelorași evenimente ale evoluției.

Evoluţioniştii au descoperit că variaţiile observate în evoluţia ADN-ului şi a proteinelor sunt mai mari decât s-a aşteptat de la un ceas stocastic — cu alte cuvinte, ceasul este „supradispersat" sau, oarecum, neregulat. Discrepanţele în ritmurile de evoluţie la diferitele descendenţe nu sunt totuşi excesiv de mari.



Ceasul molecular al evoluţiei. Numerele de substituţii ale nucleotidelor pentru şapte proteine la şaptesprezece specii de mamifere au fost estimate la fiecare comparare între perechi de specii ai căror strămoşi au derivat la momentul indicat de abscisă. Fiecare punct reprezintă numărul de substituţii pentru cele şapte proteine adăugate. Linia a fost trasată de la origine până la cel mai îndepărtat punct şi corespunde frecvenţei de 0,41 substituţii ale nucleotidelor la un milion de ani pentru toate cele şapte proteine combinate. Proteinele sunt: citocromul *c*, fibrinopeptidele A şi B, hemoglobinele α şi β, mioglobina şi peptida *c* insulinică.

Așadar, în principiu, este posibil să se dateze filogenetic evenimentele cu o acuratețe considerabilă, dar trebuie examinate mai multe gene sau proteine (cam de două până la patru ori mai multe) pentru a obține gradul de acuratețe dorit, decât ar fi necesare dacă un ceas ar fi constant stocastic. Frecvențele medii obținute pentru câteva proteine luate împreună, devin un ceas extrem de precis, în special, când sunt studiate multe specii.

Această concluzie este ilustrată în figura de la pagina 163, care reprezintă grafic numărul cumulativ de schimbări ale nucleotidelor în șapte proteine față de datele derivării a șaptesprezece specii de mamifere (șaisprezece perechi) după cum s-a stabilit din analiza fosilelor. Frecvența totală a substituirii nucleotidelor este destul de uniformă. Unele specii de primate (reprezentate de punctele de sub linie în partea de jos-stânga a figurii) par să fi evoluat într-un ritm mai lent decât media pentru restul speciilor. Această anomalie are loc, deoarece cu cât este mai recentă devierea oricăror două specii, cu atât este mai probabil ca schimbările observate să se îndepărteze de ritmul mediu al evoluției. Cu cât durata este mai mare, este foarte probabil ca perioadele de evoluție rapidă sau lentă ale oricărui urmaș să se anuleze reciproc.

Capitolele anterioare au explorat teoria selecției naturale ca explicație a proiectului organismelor și au rezumat dovezile în favoarea evoluției biologice. În Capitolul 8, mă voi întoarce la aspectele ridicate de susținătorii proiectului inteligent. Voi argumenta că proiectul inteligent (1) nu este convingător științific (2) nu are valoare religioasă, întrucât atribuie Creatorului caracteristici inacceptabile. Această discuție se va purta în Capitolul 9, luând în considerare atât formidabila putere a științei, cât și limitele ei.

8

Absurdități și lacune fatale

„Oamenii nu săvârșesc răul atât de deplin și de bunăvoie, ca atunci când îl fac din convingere religioasă."

BLAISE PASCAL,
Pensées, p. 894

Natural Theology a lui Paley oferă o dublă argumentare. Prima idee este că oamenii, ca de altfel toate tipurile de organisme, luate în ansamblu sau individual, în interrelațiile lor și în cele cu mediul lor de viață, par să fi fost proiectate pentru anumite funcții și moduri de viață. Cea de-a doua idee a argumentării este că doar un Creator atotputernic ar putea fi responsabil pentru perfecțiunea și proiectul funcțional al organismelor. Cu cinci secole și jumătate în urmă, d'Aquino fusese la fel de explicit: doar o Inteligență Divină ar putea fi autorul intenționalității întregului univers, care poate proveni numai de la „o entitate, având cunoaștere și inteligență... De aceea, există o ființă inteligentă prin care toate lucrurile din natură sunt îndreptate către scopul lor; și pe această ființă noi o numim Dumnezeu."[1] În mod similar, în 1691, John Ray în lucrarea sa *Wisdom of God Manifested in the Works of Creation*,

[1] d'Aquino, T. *Summa Theologiae* (vezi nota 1, Capitolul 1).

conchide că proiectul funcțional al tuturor lucrurilor din lume dovedește că ele sunt „lucruri create de Dumnezeu dintru început, și tot de El păstrate până în ziua de azi."

Ca printr-o lentilă întunecată

În anii '90, câțiva autori, printre care biochimistul Michael Behe[2], sociologul William Dembski[3] și profesorul de drept Phillip Johnson[4] și alții, au readus în discuție argumentul proiectului. Totuși, adesea, acești autori au căutat să-și ascundă adevăratele lor opinii și astfel, să evite, ca de obicei, referirea explicită la Dumnezeu, așa încât „teoria" proiectului inteligent (PI) să poată fi predată în școlile publice, ca o alternativă la teoria evoluției, fără a contraveni Constituției Statelor Unite, care interzice susținerea vreunor convingeri religioase în instituțiile publice.

Absurditatea pretextului lor, anume că argumentul PI este mai degrabă științific decât religios, este evidentă pentru oricine studiază cât de cât serios problema. După cum își intitulează judecătorul John E. Jones III o secțiune a deciziei sale de la *Dover*: „Un observator obiectiv ar ști că PI și studiul anumitor « lacune » și « probleme » ale teoriei evoluționiste sunt creaționiste, strategii religioase provenite din formele

---

[2] M. Behe, *Darwin's Black Box* (vezi nota 10, Capitolul 2).

[3] W. Dembski, *The Design Inference: Eliminating Chance through Small Probabilities* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995).

[4] P. Johnson, *The Wedge of Truth* (Downers Grove, IL: InterVarsity Press, 2000).

de creaționism precedente."[5] Judecătorul Jones mai scrie: „Deși adepții MPI [mișcării proiectului inteligent] sugerează uneori că proiectantul ar putea fi o ființă extraterestră sau un biolog, care studiază celulele, călător prin timp, ei nu au propus nicio alternativă serioasă a lui Dumnezeu ca proiectant." În continuare, „mărturia din proces" a profesorului Behe „a indicat că, pentru el, PI este doar un proiect științific, adică opus unuia religios; totuși, s-au adus dovezi evidente care dezmint această afirmație... natura religioasă a PI este evidentă, întrucât acesta implică un proiectant supranatural... probe concludente ale adepților PI au confirmat că existența unui proiectant inteligent este o caracteristică a PI."[6]

Duplicitatea adepților PI în ceea ce privește obiectivele lor religioase este alarmantă, în special, pentru că este adoptată ostentativ pentru a promova religia. „Este o ironie", scrie judecătorul Jones, „că unii... indivizi care și-au trâmbițat în public convingerile religioase cu atâta fermitate și mândrie, recidivează și mint din nou, pentru a-și acoperi urmele și a ascunde adevăratul scop în spatele politicii PI."[7] Recunoașterea faptului că PI este un argument religios nu îl invalidează. Tocmai la această problemă a caracterului convingător al PI revin acum, luând în considerare câteva afirmații ale adepților PI.

---

[5] *Kitzmiller* vs. *Dover Area School District*, 400 F, Supp. 2d 707 (M.D. Pa. 2005), opinie eronată, 18; referirile ulterioare la opinia eronată sunt, de asemenea, disponibile la adresa de internet: htlp://www.pamd.uscourts.gov/ kitzmiller/kitzmiller_342.pdf.

[6] *Ibid.*, 25, 28–29.

[7] *Ibid.*, 137.

Evoluția este doar o teorie

Cei care se opun predării teoriei evoluționiste declară că aceasta este „doar“ o teorie, și nu un fapt cert. Într-adevăr, adaugă ei, știința se bazează pe observație, reproducere și experiment, dar nimeni nu a văzut originea universului sau evoluția speciilor, și nici nu au fost reproduse aceste evenimente în laborator sau prin experimente. Aceste afirmații apar dintr-o confuzie fundamentală între natura științei și modul în care teoriile științifice sunt testate și validate.

Când oamenii de știință vorbesc despre „teoria“ evoluției, ei utilizează cuvântul într-un mod diferit de cel utilizat în vorbirea curentă. În vorbirea de zi cu zi, teorie înseamnă adeseori „presupunere“ sau „bănuială“, ca în propoziția „am o teorie despre locul unde s-ar ascunde Osama bin Laden.“ În știință, o teorie este totuși o explicație bine fundamentată a unui aspect din natură care încorporează observații, fapte, legi, inferențe și ipoteze testate. Deși oamenii de știință folosesc uneori cuvântul teorie și pentru explicații empirice lipsite de dovezi substanțiale care să le susțină, explicații al căror termen exact este cel de „ipoteză“.

Potrivit teoriei evoluției, organismele sunt înrudite prin originea comună. Există o multitudine de specii, deoarece organismele se schimbă de la o generație la alta și diferiții urmași se schimbă în diferite moduri. Speciile care au un strămoș recent sunt deci mai asemănătoare decât cele având în comun doar strămoși îndepărtați. Astfel, oamenii și cimpanzeii sunt, ca aspect și structură genetică, mai asemănători unii cu alții decât sunt cu babuinii sau cu elefanții.

Oamenii de știință sunt de acord că originea evoluționistă a animalelor și plantelor este o concluzie științifică incontestabilă. Ei o plasează alături de noțiuni clare precum forma rotundă a Pământului, rotirea sa în jurul soarelui și compoziția moleculară a materiei. Fapt este că evoluția a intrat în limbajul obișnuit.

În ce mod, această asertiune factuală este compatibilă cu viziunea acceptată, aceea că știința se bazează pe observații, reproducere și experiment, dacă nimeni nu a observat evoluția speciilor, cu atât mai mult, nu a multiplicat-o prin experiment?

Oamenii de știință nu observă noțiuni sau concluzii generale ale teoriilor, ci consecințele lor. Teoria heliocentrică a lui Copernic afirmă că Pământul se rotește în jurul Soarelui. Chiar dacă nimeni nu a observat acest fenomen, noi îl acceptăm prin numeroasele confirmări ale consecințelor sale calculate.

Acceptăm că materia este formată din atomi, deși nimeni nu i-a văzut, datorită observațiilor coroborate și a experimentelor din fizică și chimie.[8] Același lucru este valabil și pentru teoria evoluției. De exemplu, afirmația că oamenii și cimpanzeii sunt înrudiți mai îndeaproape decât sunt cu babuinii duce la predicția că

---

[8] Microscoape puternice au făcut posibilă, în ultimii ani, examinarea materialelor la o mărire uriașă, putând fi observată configurația externă a prezumtivilor atomi și molecule. Acest fapt este încă mult diferit de observarea atomilor actualei teorii atomice, cu protonii, neutronii, electronii și alte particule ale ei. Se prea poate ca oamenii de știință să observe, în cele din urmă, în mod direct atomii și detaliata lor compoziție și configurație, dar teoria atomică a compoziției materiei nu depinde de o astfel de observare. Și nici directa observare a atomilor nu ar contribui cu mult la teoria atomică, ce cuprinde, într-adevăr, mult mai multă cunoaștere decât simpla afirmație că atomii există.

ADN-ul uman şi cel al cimpanzeilor se aseamănă mai mult decât cel al cimpanzeilor cu cel al babuinilor. Pentru a testa această predicţie, oamenii de ştiinţă selectează o anumită genă, îi examinează structura ADN-ului la fiecare specie şi, astfel, confirmă inferenţa. Experimentele de acest tip sunt repetate în multe moduri diferite, pentru a obţine o certitudine deplină a concluziei. Şi se procedează astfel pentru miile de predicţii şi inferenţe privind toate tipurile de organisme.

Teoria evoluției susține trei aspecte diferite, deși conexe: (1) evoluția, adică faptul că organismele sunt înrudite printr-o obârșie comună; (2) istoria evoluției — detaliile momentelor în care descendențele se despart unele de altele și ale schimbărilor care au avut loc în fiecare descendență; și (3) mecanismele sau procesele prin care are loc schimbarea evolutivă.

Prima problemă este fundamentală și singura stabilită cu maximă certitudine. Darwin a adunat multe dovezi în sprijinul ei, dar, de atunci, dovezile s-au acumulat încontinuu, derivând din toate disciplinele biologice. Originea evolutivă a organismelor este astăzi o concluzie ştiinţifică stabilită dincolo de orice îndoială, înzestrată cu aceeași certitudine pe care oamenii de știință o atribuie teoriilor științifice bine demonstrate din fizică, astronomie, chimie și biologia moleculară. Acest grad de certitudine, dincolo de orice îndoială, este ceea ce se sugerează atunci când biologii spun că evoluția este un „fapt"; originea evolutivă a organismelor este acceptată, în fond, de către orice biolog.

Teoria evoluţiei trece mult dincolo de afirmaţia generală că organismele evoluează. Cel de-al doilea și al treilea aspect — stabilirea istoriei evoluţiei şi explicarea modului și motivelor pentru care are loc evoluția — sunt

aspecte ce țin de o intensă investigație științifică. Unele concluzii sunt categorice. Una dintre ele, de exemplu, este că cimpanzeii sunt înrudiți mai îndeaproape cu oamenii decât este oricare dintre aceste două specii cu babuinii sau cu alte maimuțe, după cum s-a menționat mai sus. O altă concluzie este că selecția naturală, procesul postulat de Darwin, explică aspectul unor astfel de caracteristici adaptive, cum este ochiul uman și aripile păsărilor. Multe aspecte sunt mai puțin sigure, altele sunt conjuncturale și altele — cum ar fi caracteristicile primelor viețăți și momentul exact al apariției lor — rămân necunoscute.

Totuși, incertitudinea în ceea ce privește aceste probleme nu aruncă vreo îndoială asupra faptului evoluției. În mod similar, nu cunoaștem toate detaliile despre configurația universului și originea galaxiilor, dar acesta nu este un motiv pentru a ne îndoi de existența galaxiilor sau pentru a ignora tot ceea ce am învățat despre caracteristicile lor. Biologia evoluționistă este în prezent unul dintre cele mai active domenii de cercetare științifică, iar descoperiri importante se acumulează continuu, susținute în mare parte de progresele obținute de alte discipline ale biologiei.

Teoria evoluției trebuie predată în școli, deoarece nimic din ceea ce ține de biologie nu are sens fără ea. Biologia modernă a descifrat codul genetic, a dus la obținerea de recolte îmbelșugate și a oferit cunoștințe pentru îmbunătățirea asistenței medicale. Studenții trebuie să aibă cunoștințe temeinice de biologie pentru a-și completa educația, a-și mări șansele unor angajări avantajoase și a se bucura de o viață plină de semnificații într-o lume tehnologică.

Predarea evoluției are și o valoare practică. Teoria evoluției a adus foloase importante societății. Evoluția explică de ce mulți microbi patogeni la om au dezvoltat rezistență la medicamente cândva eficiente și oferă modalități de a înfrunta această tot mai serioasă problemă de sănătate. Biologia evoluționistă a avut o contribuție importantă în agricultură prin explicarea legăturilor dintre plantele sălbatice și cele cultivate și dintre animale și dușmanii lor din natură. O înțelegere a evoluției este indispensabilă pentru stabilirea unor relații susținute cu mediul înconjurător.

Eroarea celor două explicații

Una dintre afirmațiile amăgitoare ale adepților PI susține, implicit sau explicit, că, dacă evoluția nu reușește să explice anumite fenomene biologice, atunci PI trebuie să fie explicația corectă. Aceasta este o înțelegere greșită a procesului științific. Dacă o explicație e greșită, aceasta nu înseamnă, în mod necesar, că o altă explicație este corectă. Explicațiile trebuie să se bazeze pe propriile dovezi, și nu pe eșecul alternativelor lor. Explicațiile sau ipotezele științifice sunt produse ale minții, conjecturi, acțiuni imaginative despre structura și operarea lumii naturale. Preconcepția imaginativă asupra a ceea ce ar putea fi adevărat într-un anumit caz este cea care ghidează observațiile și experimentele destinate testării corectitudinii unei ipoteze. Gradul de acceptare a unei ipoteze este proporțional cu rigurozitatea testelor pe care le-a trecut.

Pentru ca o anumită teorie să fie acceptată, nu este suficient că o teorie alternativă a fost eronată. Oxigenul nu a fost descoperit doar pentru că s-a arătat că flogis-

tonul nu există.[9] Și nici tabloul periodic al elementelor chimice nu a fost acceptat doar pentru că substanțele chimice reacționează și produc o mulțime de compuși. În mod similar, teoria evoluției prin selecție naturală prezentată de Darwin a fost unanim acceptată de către oamenii de știință nu pentru că alte teorii evoluționiste, precum cea a lui Lamarck, Bergson sau a bunicului lui Darwin, Erasmus, nu au trecut testele științifice, ci pentru că ea a trecut nenumărate teste și a generat noi cunoștințe.

Acest punct de vedere a fost ferm subliniat de către judecătorul Jones din *Dover*: „În esență, PI se bazează pe o falsă dihotomie, și anume că, în măsura în care teoria evoluției este discreditată, PI este confirmat... Același argument... a fost utilizat de creaționiști în anii '80 pentru a susține « știința creației »... Curtea din *McLean* [decizia districtului federal Arkansas din 5 ianuarie 1982] nota « în falsa pedagogie a abordării celor două modele » și că... « în sprijinul științei creației, apărătorii s-au bazat pe aceeași falsă premisă... toate dovezile care criticau teoria evoluționistă erau probe în susținerea științei creației. » Nu considerăm că această falsă dihotomie permite justificarea PI astăzi,

---

[9] În secolul al XVII-lea și mai târziu, majoritatea chimiștilor au acceptat că o substanță combustibilă, cum ar fi lemnul sau cărbunele, era parțial compusă din flogiston. Se credea că arderea era cauzată de eliberarea de flogiston, substanțele rămase fiind sub formă de cenușă. Între 1770 și 1790, Antoine Lavoisier, fondatorul chimiei moderne, a studiat câștigul și pierderea în greutate la arderea diferitelor substanțe și a demonstrat că flogistonul nu există; în final, el a demonstrat că oxigenul, care fusese recent descoperit de către Joseph Priestly, era întotdeauna implicat în combustie și a avansat o teorie generală a oxidării.

mai mult decât justifica știința creației acum două decenii."[10]

Ochiul caracatiței

Adepții PI invocă un Proiectant Inteligent pentru a explica pretinsa complexitate ireductibilă a organismelor. Un sistem de o complexitate ireductibilă este definit de Behe ca o entitate „compusă din câteva părți bine asamblate, care interacționează și contribuie la funcția de bază, în care îndepărtarea oricărei părți duce la încetarea efectivă a funcționării."[11]

Adepții PI au argumentat că sistemele de o complexitate ireductibilă nu pot fi rezultatul evoluției. Potrivit lui Behe: „Un sistem de o complexitate ireductibilă nu poate fi produs direct... prin modificări neînsemnate și succesive ale unui sistem precursor, deoarece orice precursor al unui sistem de o complexitate ireductibilă căruia îi lipsește o parte este, prin definiție, nefuncțional... Întrucât selecția naturală poate alege doar sisteme care funcționează deja, atunci, dacă un sistem biologic nu poate fi produs treptat, ar trebui să apară ca o unitate integrată dintr-o dată, pentru ca selecția naturală să aibă ceva asupra căruia să acționeze."[12]

Cu alte cuvinte, dacă toate părțile ochiului nu apar simultan, ochiul nu poate funcționa; unui organism precursor nu-i folosește la nimic retina sau cristalinul, dacă celelalte părți lipsesc. Potrivit acestui argument, ochiul omului nu ar fi putut evolua în timp, treptat, așa

[10] *Kitzmiller* vs. *Dover Area School District*, slip opinion, 5 (vezi nota 5, mai sus).

[11] Behe, *Darwin's Black Box*, 39 (vezi nota 10, Capitolul 2).

[12] *Ibid.*, 39.

cum acționează selecția naturală. Dar evoluționiștii au venit, în repetate rânduri, cu dovezi clare, că organele și alte componente ale viețuitoarelor nu sunt un complex ireductibil — nu au apărut brusc sau printr-o schimbare unică. Evoluționiștii au arătat că organe și sisteme pe care adepții PI le prezintă ca pe un complex ireductibil — precum ochiul omului, mecanismul biochimic al coagulării sângelui sau motorul rotativ molecular, numit flagel, prin care se mișcă celulele bacteriene — nu sunt deloc ireductibile; mai degrabă, sunt versiuni mai puțin complexe ale acelorași sisteme care au existat și în trecut și care pot fi descoperite și în organismele de azi.

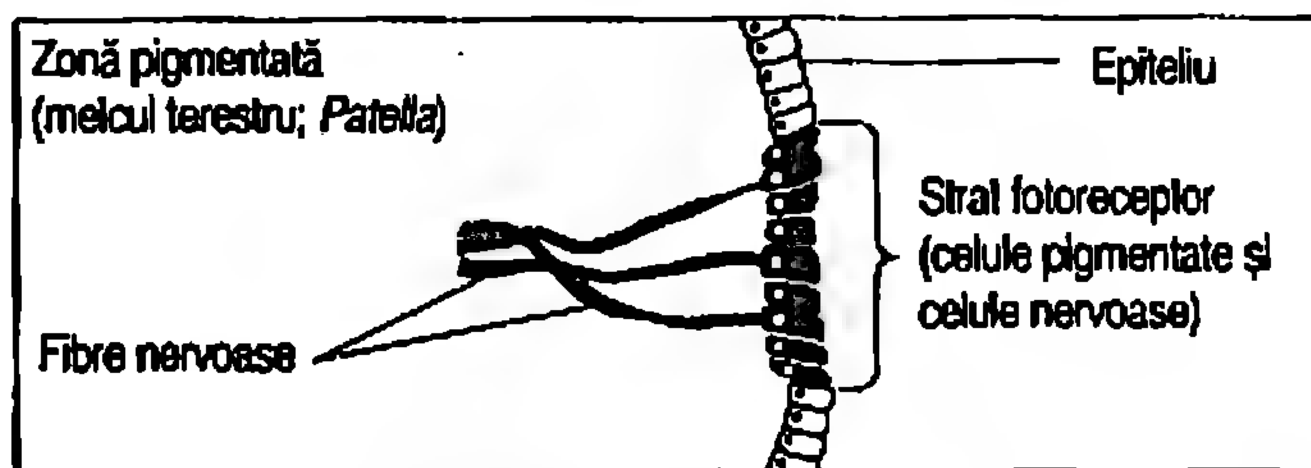
Ochiul omului nu a apărut brusc în actuala complexitate. Formarea sa a necesitat integrarea multor unități genetice, fiecare îmbunătățind performanțele ochilor anteriori care nu funcționau chiar perfect. Acum aproximativ 700 de milioane de ani, strămoșii vertebratelor de azi aveau deja organe sensibile la lumină. Simpla percepție a luminii și, ulterior, diferitele niveluri ale capacității vizuale erau benefice acestor organisme care trăiau în medii pline de lumină. Diferite tipuri de ochi, care prezintă o întreagă gamă de complexități și tipare, s-au dezvoltat independent de cel puțin patruzeci de ori, deși cel puțin o genă (cunoscută ca *Pax6*) este străveche și a jucat un rol important în evoluția multor tipuri de ochi.

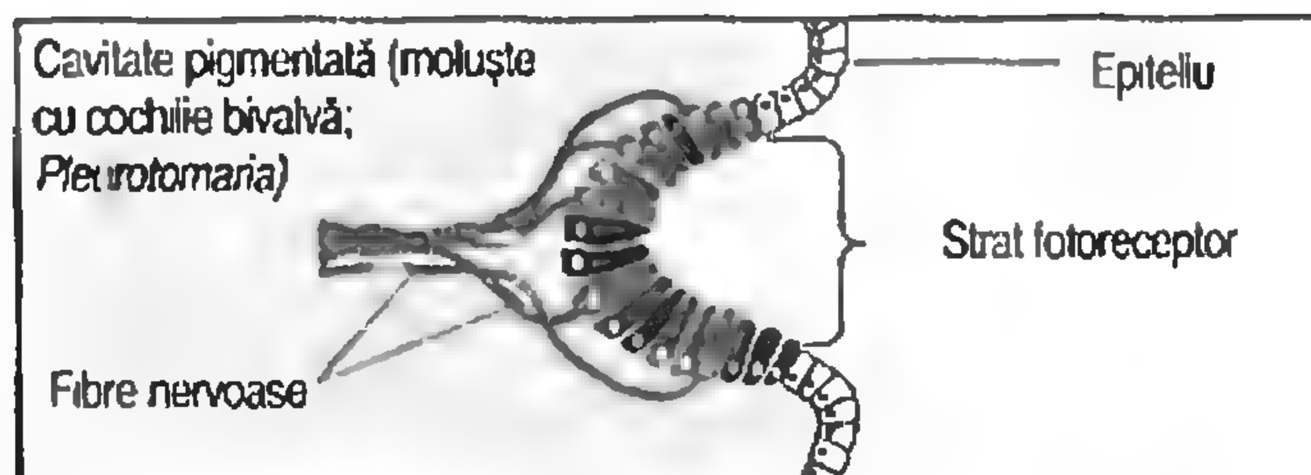
Ochii au evoluat treptat și au dobândit configurații foarte diferite la diverse organisme, toate îndeplinind funcția vederii. Deoarece lumina soarelui este o trăsătură predominantă a mediului Pământului, nu este surprinzător că s-au dezvoltat organe care să profite de ea. Cel mai simplu „organ" al vederii se găsește la unele organisme unicelulare acvatice care au enzime sau puncte fotosensibile cu ajutorul cărora se deplasează la suprafața apei, unde se hrănesc cu algele de acolo. Unele ani-

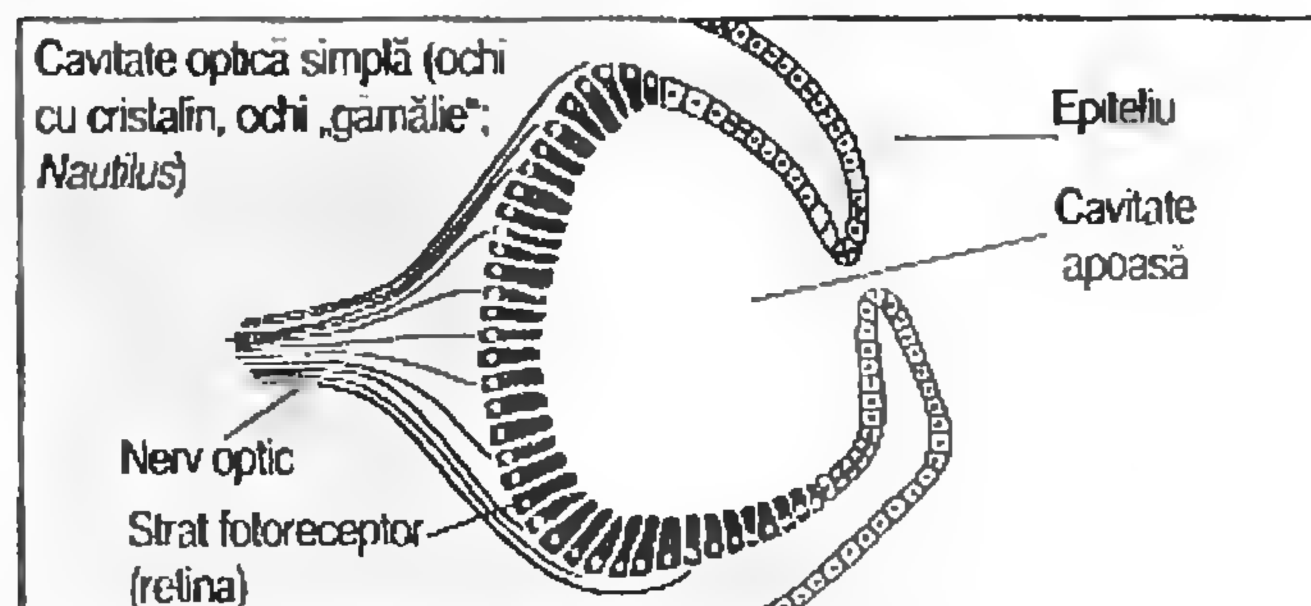
male pluricelulare au zone fotosensibile pe epidermă. Pașii următori — depunerea de pigment în jurul zonei, formarea unor celule de forma unei ventuze, îngroșarea epidermei care a dus la dezvoltarea unui cristalin, dezvoltarea mușchilor care mișcă ochii și a nervilor care transmit semnalele optice la creier — au dus treptat la ochii foarte dezvoltați ai vertebratelor și cefalopodelor (caracatițe și calamari) și la ochii compuși ai insectelor.

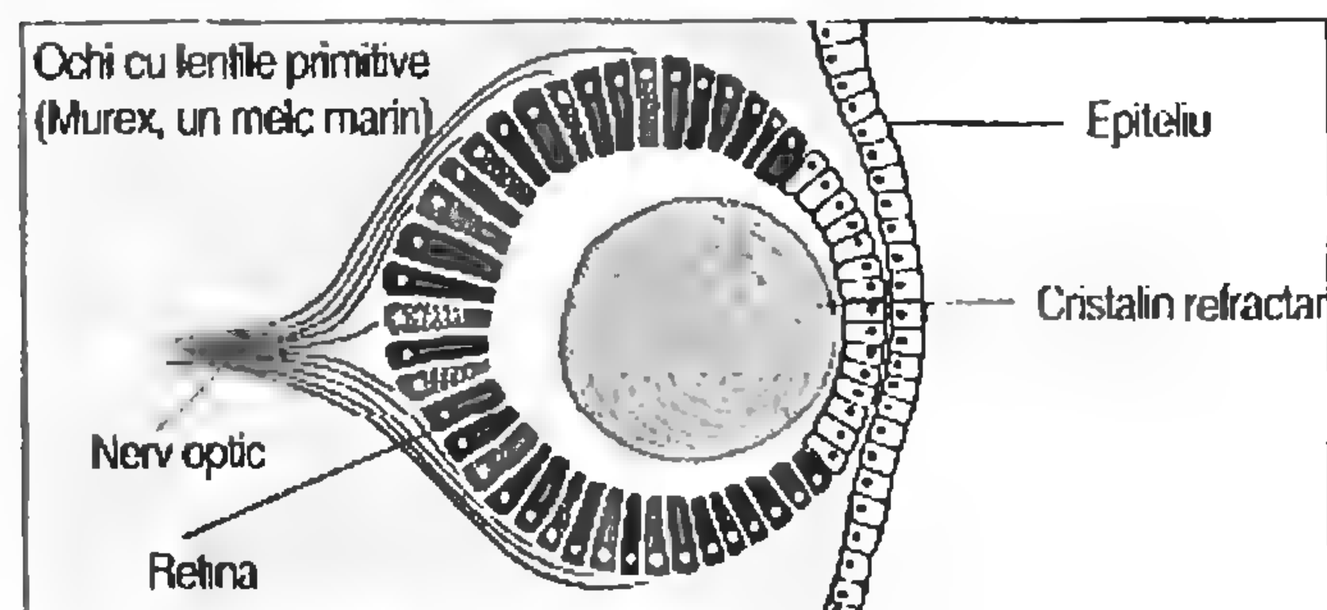
Procesul gradual de selecție naturală, adaptarea organelor la funcții, are loc într-o diversitate de moduri care reflectă componenta de hazard a evoluției, datorată mutațiilor, istoriei trecute și capriciilor mediului. În unele cazuri, transformarea unui organ implică o schimbare funcțională. Un exemplu ar fi evoluția membrelor superioare ale vertebratelor, adaptate inițial la mers, și care sunt folosite de păsări pentru zbor, de balene pentru înot și de oameni pentru mânuirea obiectelor. Alte cazuri, precum cel al evoluției ochilor, exemplifică progresul treptat al aceleiași funcții — văzul. În toate cazurile, procesul este totuși determinat de favorizarea în timp, prin selecție naturală, a indivizilor care prezintă avantaje funcționale asupra altora aparținând aceleiași specii.

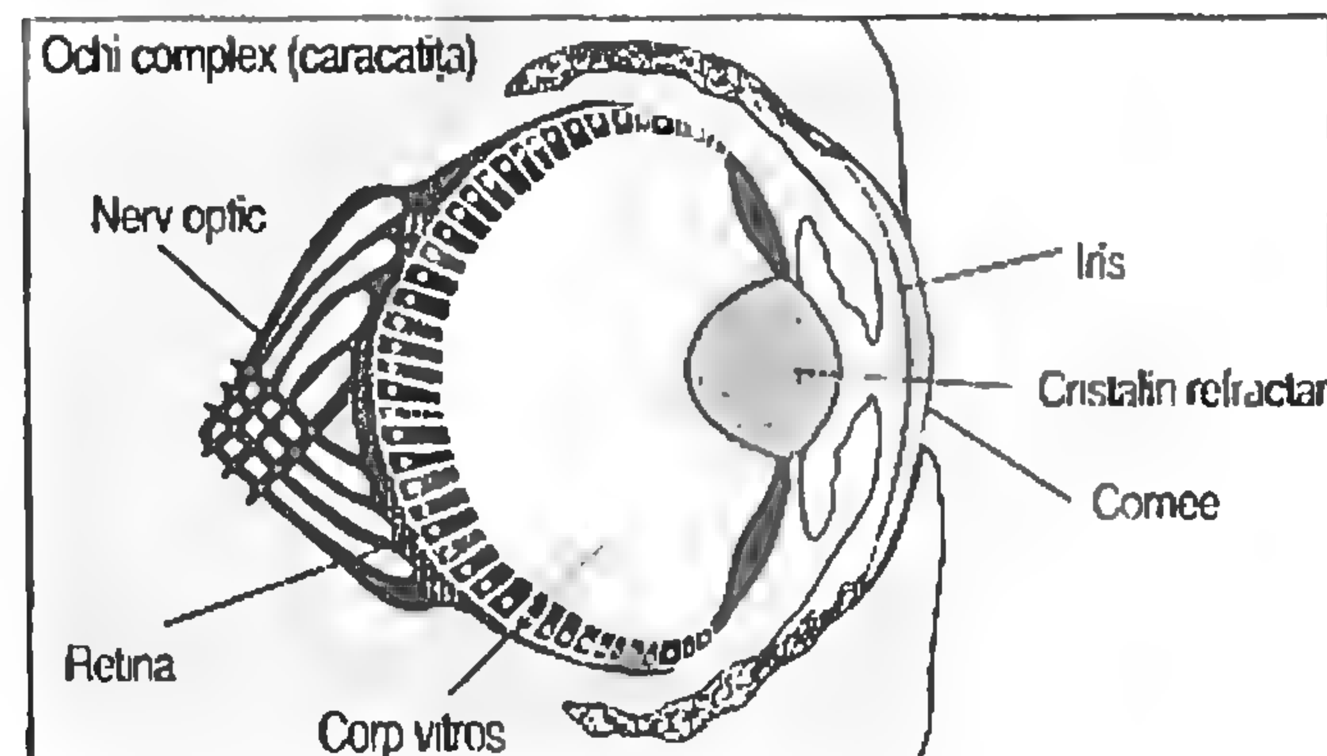
Pagina 177: Ochii moluștelor. Ochiul caracatiței (jos) este destul de complex, cu componente similare celor ale ochiului uman, cum ar fi corneea, irisul, cristalinul refractar și retina. Alte moluște au ochi mai simpli. Cel mai simplu ochi se găsește la melcul fără cochilie (sus), constând doar din câteva celule pigmentate, ușor modificate din obișnuitele celule epiteliale (ale pielii). Moluștele cu cochilie bivalvă (a doua de sus în jos) au un organ ceva mai dezvoltat, constând din câteva celule pigmentate, în formă de ventuză. Mai dezvoltați și mai complecși sunt ochii speciilor de *Nautilus* și *Murex*, dar nu la fel de complecși ca ochii calamarului și ai caracatiței. (Adaptare după „Evolution, The Theory of", prin bunăvoința Encyclopaedia Britannica, Inc.)


Zonă pigmentată
(melcul terestru; *Patella*)
Epiteliu
Strat fotoreceptor
(celule pigmentate și
celule nervoase)
Fibre nervoase


Cavitate pigmentată (moluște
cu cochilie bivalvă;
Pleurotomaria)
Epiteliu
Strat fotoreceptor
Fibre nervoase


Cavitate optică simplă (ochi
cu cristalin, ochi „gămălie";
Nautilus)
Epiteliu
Cavitate
apoasă
Nerv optic
Strat fotoreceptor
(retina)


Ochi cu lentile primitive
(Murex, un melc marin)
Epiteliu
Cristalin refractar
Nerv optic
Retina


Ochi complex (caracatița)
Nerv optic
Iris
Cristalin refractar
Cornee
Retina
Corp vitros

La început, unele tranziții ar putea părea improbabile, deoarece este adesea dificil să identifici care funcții posibile ar fi îndeplinite în stadiile intermediare; dar aceste cazuri sunt rezolvate, în cele din urmă, prin cercetare ulterioară și descoperirea fosilelor intermediare sau a organismelor, cu stadii de dezvoltare intermediare, ca în cazul ochilor moluștelor. Un exemplu al unei tranziții aparent unice este descris mai sus, și anume transformarea oaselor găsite în mandibula reptilelor, în ciocănelul și nicovala din urechea medie a mamiferelor. Voi reveni acum la unele exemple date de susținătorii PI.

Flagelul (flagellum) bacterian, coagularea sângelui și alte improbabilități

Un exemplu favorit al PI, de așa-zisă complexitate ireductibilă este flagelul (flagellum) bacterian. Potrivit lui Behe, flagelul (flagellum) bacterian prezintă o complexitate ireductibilă, întrucât este alcătuit din câteva părți, astfel că, dacă lipsește vreuna, nu funcționează. Prin urmare, spune Behe, nu poate să fi evoluat treptat, fiecare în parte, deoarece funcția aparține întregului; părțile separate nu pot funcționa pe cont propriu. „Întrucât flagelul (flagellum) bacterian este alcătuit, în mod necesar, din cel puțin trei părți — o padelă, un rotor și un motor — el are o complexitate ireductibilă."[13] Această inferență este, bineînțeles, incorectă.

Flagellum este încorporat în membrana celulară a bacteriilor. Elementul înotător extern, care funcționează ca o vâslă sau ca o elice, este un filament constând dintr-un singur tip de proteină, numită „flagelină".

[13] *Ibid.*, 72.

Filamentul se atașează de membrana celulei printr-un „rotor" format dintr-o așa-zisă „proteină cârlig". Motorul care rotește filamentul se află la baza flagelului și constă din două elemente: un rotor (partea care se rotește) și un stator (componenta fixă).

Argumentul că diferitele părți ale flagelului trebuie să fi apărut „dintr-o lovitură", deoarece părțile nu pot funcționa separat și deci nu ar fi putut evolua independent, este o reminiscență a argumentului ochiului, invocat de Paley. La ce ar mai folosi irisul, corneea, cristalinul, retina și nervul optic, unul fără celelalte? Cu toate acestea, noi știm că elementele componente ale ochiului caracatiței pot evolua treptat, cumulativ și că ochii simpli, așa cum există la melcul fără cochilie, la moluștele cu cochilie bivalvă și la melcii marini, sunt funcționali.

Dar flagelul (flagellum) bacterian nu există. La diferite specii de bacterii, există diferite tipuri de flageli, unii mai simpli decât cel descris de Behe, altele, pur și simplu, diferite, chiar foarte diferite, ca la archaea, un grup foarte mare de organisme asemănătoare bacteriilor. Douăzeci din cele patruzeci și două de proteine ale flagelului *Salmonella typhimurium* (cazul model descris de Behe) sunt necesare pentru flagelul altor specii de bacterii.[14] Mai mult, motilitatea multor bacterii se realizează fără vreun flagel. În plus, biochimiștii au arătat că unele componente ale flagelului este posibil să se fi dezvoltat din sistemele secretoare, care sunt foarte ase-

---

[14] M.J. Pallen și N.J. Matzke, „From *The Origin of Species* to the origin of the bacterial flagella", *Nature Review Microbiology* 4 (2006): 784–790.

mănătoare flagelului, dar cărora le lipsesc unele componente ale acestuia. Un component major al flagelului descris de Behe are, în fond, aceeași structură ca sistemele secretoare de tip III (TTSS), deși nu au proteine-motor.

Există multe bacterii cauzatoare de boli (deși nu toate bacteriile sau nici măcar majoritatea nu sunt agenți patogeni la om). Un mod în care bacteriile provoacă boli este prin introducerea de toxine (otrăvuri) în celulele organismului gazdă, prin sisteme speciale de secreție a proteinelor, printre care și TTSS. S-a dovedit că proteinele TTSS și porțiuni ale flagelului bacterian sunt omoloage, adică sunt foarte asemănătoare și au o origine evolutivă comună. Flagelul bacterian nu este un complex ireductibil: un subset al setului de proteine al flagelului se dezvoltă ca un mecanism care ajută bacteriile să introducă proteine prin membrana unei celule. Dintre cele 20 de proteine ale flagelului *Salmonella typhimurium*, necesare în toți ceilalți flageli bacterieni, 18 au proteine înrudite omoloage care funcționează în alte sisteme biochimice mai simple.[15]

Argumentul complexității ireductibile a flagelului este formulat, ca și alte argumente PI, ca un „argument al ignoranței." Pentru că un autor (în acest caz, Behe) nu cunoaște modul în care ar fi putut apărea un organ complex, el deduce că trebuie să fie cazul unui complex ireductibil. Acest argument al ignoranței se destramă pe măsură ce cunoașterea științifică progresează sau când este luată în considerare cunoașterea științifică anterioară.

Cartea de față ar putea fi, cu greu, punctul de plecare pentru detalii tehnice exhaustive privind modul în care

[15] *Ibid.*

flagelii bacterieni s-au dezvoltat treptat, au derivat din structuri apărute inițial pentru a îndeplini alte funcții, cum ar fi secreția, și nici nu este aici locul să enumerăm lucrările științifice în care sunt date aceste detalii tehnice. Discuții generale pot fi găsite în lucrările, de exemplu, ale lui Ian Musgrave,[16] David Ussery[17] și Kenneth Miller[18], care citează literatura științifică originală. Analizând subiectul, Miller subliniază că „totuși, cele mai importante răsturnări în istoria flagelului nu au provenit din încercările directe de a răspunde criticilor aduse evoluției. Mai degrabă, ele au apărut din progresul constant al cercetării științifice a genelor și proteinelor asociate cu flagelul și cu alte structuri celulare. Astfel de studii au stabilit în prezent că întreaga premisă conform căreia acest mecanism molecular a fost avansat ca argument împotriva evoluției, este greșită — flagelul bacterian nu este un complex ireductibil."[19]

Să luăm un alt preferat al PI, coagularea sângelui. Un om rănit sângerează puțin timp, până când se

---

[16] I. Musgrave, „Evolution of the Bacterial Flagellum", în *Why Intelligent Design Fails,* editori M. Young și T. Edis (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 2004), 48–84.

[17] D. Ussery, „Darwin's Transparent Box. The Biochemical Evidence for Evolution", *Why Intelligent Design Fails,* editori M. Young și T. Edis (New Brunswick, N): Rutgers University Press, 2004), 48–57.

[18] K. Miller, „The Flagellum Unspun. The Collapse of 'Irreducible Complexity", in *Debating Design: From Darwin to DNA,* editori W. Dembski and M. Ruse (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004), 81–97.

[19] *Ibid.*, 85. O lucrare tehnică ce elaborează istoria evoluției genelor care codifică componentele flagelului bacterian este: R. Liu și H. Ochman, „Stepwise Formation of the Bacterial Flagellar System", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 104

formează un cheag care se întărește rapid și oprește sângerarea. După cum scrie Behe: „Coagularea sângelui este un sistem foarte complex, un sistem cu o alcătuire încâlcită, constând din douăzeci de părți proteinice interdependente."[20] Coagularea sângelui este un proces foarte complex și, aparent, de o complexitate atât de inutilă, încât Behe l-a comparat cu o mașină proiectată de Rube Goldberg, marele creator de desene animate, care proiecta mașini foarte complexe pentru a realiza activități care puteau fi îndeplinite mult mai ușor. Mecanismul de coagulare este unul dintre exemplele de procese biochimice proiectate inteligent, date de Behe. Potrivit acestuia: *„Nimeni pe Pământ nu are nici cea mai vagă idee cum a apărut cascada coagulării"* (sublinierea lui).[21]

Aceasta este o afirmație remarcabilă, în special datorită numeroaselor lucrări științifice referitoare la evoluția diferitelor componente ale mecanismului de coagu-

---

(2007), aflată sub tipar. Componentele flagelului sunt codificate de grupuri de gene care ar putea avea, la unele specii, până la 50 de gene. Numărul de gene și genele însele variază foarte mult între diferite grupe de bacterii. Liu și Ochman au identificat toate proteinele flagelare în 41 de specii din 11 grupe de bacterii destul de diferite. Douăzeci și patru dintre genele care codifică proteinele flagelare au fost deja evidențiate în strămoșul comun, îndepărtat al tuturor speciilor bacteriene studiate. Celelalte gene au apărut prin duplicarea și evoluția genelor preexistente. În plus, multe dintre cele 24 de gene ancestrale au derivat tot din unele gene preexistente prin duplicări succesive de gene care le-au sporit numărul, treptat. Succesiunea similară între toate genele flagelare din cele 41 de specii bacteriene a permis lui Liu și Ochman să reconstituie pașii succesivi de adăugare și modificare, prin care au apărut flagelii bacterieni moderni.

[20] Behe, *Darwin's Black Box*, 78 (vezi nota 10, Capitolul 2).

[21] *Ibid.*, 97.

lare a sângelui la vertebrate, între care „The evolution of Vertebrate Blood Coagulation: A case of Yin and Yang", a eminentului biochimist Russell F. Doolittle, publicată în 1993[22], cu trei ani înaintea cărții lui Behe, *Darwin's Black Box*. Componentele biochimice și genetice ale proceselor sunt extrem de complexe pentru a fi descrise în detaliu aici. Rezumate nontehnice pot fi găsite la Kenneth R. Miller, *Finding Darwin's God*, paginile 152–161, precum și în alte publicații.[23] Procesul de coagulare implică o proteină solubilă numită fibrinogen, care formează cam 3 procente din proteina plasmei sângelui vertebratelor. Lângă centrul moleculei, fibrinogenul are o porțiune lipicioasă, acoperită de lanțuri scurte de aminoacizi, care, atunci când începe sângerarea, sunt închise de o enzimă proteolitică (trombina), astfel că fibrinele care rămân se lipesc și începe formarea unui cheag. Activarea trombinei necesită proteaze în exces într-o cascadă care implică cinci sau șase trepte, prin care semnalul biochimic se amplifică de peste un milion de ori, astfel încât cheagul se formează rapid. Codificarea genetică pentru diferitele proteaze s-a dezvoltat prin câteva duplicări ale genei în cursul evoluției. Aceste duplicări ale genei au fost

---

[22] *Thrombosis Haemostasis* 70 (1993): 24–28.

[23] Miller, *Finding Darwin's God*, 152–161. Discuții netehnice suplimentare pot fi găsite la B.H. Weber și D.J. Depew, „Darwinism, Design, and Complex Systems Dynamics", în *Debating Design: From Darwin to DNA*, editori W. Dembski și M. Ruse (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004), 173–190. Vezi și N. Shanks și I. Karsai, „Self-Organization and the Origin of Complexity", în *Why Intelligent Design Fails*, editori M. Young and T. Edis (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 2004), 85–106; Miller, „The Flagellum Unspun" (vezi nota 18, mai sus.)

reconstituite la om și, independent, la alte vertebrate. Mecanisme de coagulare simple apar la crabi, homari, stele de mare, arici de mare, viermi și alte animale care au aparat circulator. Mecanismul de coagulare la vertebrate a evoluat din mecanisme mai simple precum cele cunoscute acum la nevertebrate, după cum s-a arătat în reconstituirea evoluției genelor implicate.

În mod uimitor, Michael Behe a scris că „nu există nicio publicație în literatura științifică — în reviste de prestigiu, reviste de specialitate sau cărți — care să descrie modul în care fie a avut loc, fie chiar ar fi putut să aibă loc evoluția moleculară a unui sistem real, complex, biochimic" și, în speță, „literatura științifică nu are răspunsuri referitoare la originea sistemului imunitar."[24] La *Dover*, judecătorul Jones sublinia cu un

---

[24] Behe, *Darwin's Black Box*, 185 și 138 (vezi nota 10, Capitolul 2). De fapt, exemple de structuri biochimice sau de sisteme complexe, apărute din componente mai simple, sunt foarte, foarte numeroase. Unul, apărut într-o revistă științifică, pe care am primit-o la 28 august 2006, în timp ce lucram la acest manuscris, se referă la enigma filogenetică a hemoglobinei la melc. Se pare că hemoglobina complexă a melcului fără cochilie, *Biomphalaria glabrata*, a apărut din mioglobina pulmonară printr-un simplu mecanism evolutiv care creează o proteină respiratorie cu o masă moleculară mare din șaptezeci și opt domenii similare de globină. Vezi B. Lieb, K. Dimitrova, H.-S. Kang ș.a., „Red Blood with Blue-Blood Ancestry: Intriguing Structure of a Snail Hemoglobin", *Proceeding of the National Academy of Sciences USA* 103 (2006): 12011–12016. Un exemplu, care implică evoluția unei anumite proteine dintr-o singură celulă-strămoș în descendenții animalelor, apare în același număr al revistei: Y. Segawa, H. Suga, N. Iwabe, C. Oneyama, T. Akagi, T. Miyata și M. Okada, „Functional Development of Src Tyrosine Kinases During Evolution from a Unicellular Ancestor to Multi-cellular Animals", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103 (2006): 12021–12026.

scepticism trecut sub tăcere că: „Profesorul Behe a fost întrebat cu privire la afirmația sa din 1996 că știința nu va găsi vreodată o explicație evoluționistă pentru sistemul imunitar. I s-au prezentat cincizeci și opt de publicații de prim rang, nouă cărți și câteva lucrări de imunologie referitoare la evoluția sistemului imunitar; totuși, el a insistat, pur și simplu, că acestea încă nu constituie dovezi suficiente ale evoluției, că nu erau „suficient de bune." Judecătorul Jones a conchis că „afirmația profesorului Behe legată de complexitatea ireductibilă a fost combătută în lucrări de cercetare de prim rang și că a fost respinsă de majoritatea comunității științifice."[25]

După cum cita Behe, Darwin scria că „dacă ar putea fi demonstrat că există vreun organ complex, care să nu fi fost format prin modificări numeroase, succesive și treptate, teoria mea s-ar destrăma, cu siguranță." Dar Behe nu citează și continuarea afirmației: „Dar nu găsesc un astfel de caz." Progresele științifice ne permit să reiterăm concluzia lui Darwin, chiar mai ferm decât a făcut-o el. Nici Behe, nici vreun alt adept al PI sau oricine altcineva nu a găsit vreun organ sau proces complex care să nu fie explicat prin evoluția treptată a componentelor sale, chiar dacă poate nu se cunosc toate detaliile.

Theodosius Dobzhansky, unul dintre cei mai mari evoluționiști ai secolului XX și un om credincios, scria:

---

[25] *Kitzmiller* vs. *Dover Area School District*, opinie eronată, 78–79 (vezi nota 5, mai sus). Behe tinde să exagereze și în ceea ce privește importanța propriilor realizări: descoperirea de către el a proiectului inteligent în biochimie „este atât de clară și de importantă, încât trebuie să fie considerată drept una dintre cele mai mari realizări din istoria științei", *Darwin's Black Box*, 232.

„Totuși, există oameni pe care, dintr-un motiv diferit, îi mulțumesc lacunele din înțelegerea naturii. Acești oameni speră că lacunele vor fi permanente, și că ceea ce nu este explicat va rămâne și inexplicabil. Printr-o curioasă deformare a rațiunii, ceea ce nu este explicat este apoi asumat ca fiind de domeniul activității divine. Întreaga istorie este împotriva unui « Dumnezeu al lacunelor » capabil să le perpetueze. Totuși, nu există nimic care să poată satisface tipul de minte care refuză să accepte această mărturie a experienței istorice."[26]

William Dembski[27] a ignorat „descoperirea" făcută de Behe a complexității ireductibile, reducând-o la un caz special de „informație specificată complex", care este o informație cu o probabilitate anterioară foarte scăzută și, prin urmare, un conținut informațional crescut. Dembski argumentează că mutația și selecția naturală sunt incapabile să genereze astfel de situații atât de improbabile. Luați în considerare cele 30 de proteine care alcătuiesc flagelul bacterian. Presupunând că fiecare proteină are aproximativ 300 de aminoacizi, el calculează că probabilitatea unei astfel de proteine este de 20^{-300}. După unele prelucrări, el calculează că probabilitatea apariției flagelului este de 10^{-1170} (unu divizat la 1, urmat de 1 170 zerouri; pentru a vă face o idee despre magnitudinea acestui număr, gândiți-vă că numărul de atomi din univers este estimat la 10^{77} sau 1 urmat de 77 de zerouri). Dembski conchide că, și în situația că cineva ar considera că există viață pe

---

[26] Th. Dobzhansky, *The Biology of Ultimate Concern* (New York: New American Library, 1967), 13.

[27] Dembski, *The Design Inference*, 3 (vezi nota 3, mai sus)

Pământ de 3,5 miliarde de ani, asamblarea unui flagel funcțional este imposibil de presupus.

Ce trebuie să înțelegem din acest calcul? Răspunsul este simplu, și anume că acest calcul, ca și multe alte exerciții numerologice ale lui Dembski, este total irelevant, deoarece presupunerile lui sunt greșite. Selecția naturală, decurgând treptat, poate avea realizări cu probabilități precedente extrem de mici față de calculele lui Dembski. Explicația poate fi găsită în Capitolul 4. În exemplul dat, probabilitatea ca o singură bacterie să devină rezistentă la antibioticul streptomicină și abilitatea de a sintetiza aminoacidul histidină este de 4×10^{-16} (patru în zece mii de trilioane). Totuși, toate cele 20 până la 30 de miliarde de bacterii din cultura finală prezintă aceste proprietăți. Această adaptare a fost obținută prin selecție naturală ca răspuns la schimbările de mediu, în doar câteva zile.

Elogiul imperfecțiunii

O dificultate în a atribui Creatorului proiectul organismelor este că lumea vie este plină de imperfecțiuni și defecte. Gândiți-vă la ochiul uman. Fibrele nervoase din ochi converg pentru a forma nervul optic, care străbate retina (pentru a ajunge la creier) și astfel creează o pată oarbă, o imperfecțiune minoră, dar una a proiectului, totuși; calamarii și caracatițele nu au acest defect. Oare Proiectantul are o slăbiciune mai mare pentru calamari decât pentru oameni și, astfel, dovedește o grijă mai mare când proiectează ochii lor decât atunci când îi proiectează pe ai noștri?

Proiectul imperfect ar părea incompatibil cu un Proiectant Inteligent atotputernic. Anticipând această

critică, Paley a răspuns că „aparentele neajunsuri... trebuie să aibă legătură cu vreo cauză, deși noi nu o cunoaștem." Adepții moderni ai PI au făcut afirmații similare. Potrivit lui Behe, „argumentul imperfecțiunii omite posibilitatea ca proiectantul să aibă diverse motive pentru a destina ceva excelent unui scop secundar... Motivele pentru care un proiectant ar face sau nu ceva sunt practic imposibil de cunoscut dacă proiectantul nu spune care anume sunt acele motive."[28] Această afirmație, au răspuns oamenii de știință și filosofii, ar putea avea validitate teologică, dar ea desființează statutul de ipoteză științifică a PI, deoarece îi oferă un scut impenetrabil din punct de vedere empiric împotriva predicțiilor. Întrucât știm cât de „inteligent" sau „perfect" a fost proiectul nici nu-l putem testa empiric.[29] Știința își testează ipotezele observând dacă predicțiile care au derivat din ele sunt sau nu valabile și în lumea observabilă. O ipoteză care nu poate fi testată empiric — adică, prin observație sau experiment — nu este științifică. PI ca o explicație pentru adaptarea organismelor ar putea fi teologie (naturală), cum ar spune Paley, dar, oricum ar fi, nu este o ipoteză științifică.

Teoria PI nu este o teologie valabilă și din cauză că ea conduce la concluzii referitoare la natura Proiectantului destul de diferite de atotcunoaștere, atotputernicie și bunăvoință, pe care Paley le-a menționat ca fiind atribute ale Creatorului și pe care teologia creștină le predică despre Dumnezeu. Nu numai că organismele și părțile lor nu sunt perfecte, ci și deficiențele și dis-

---

[28] Behe, *Darwin's Black Box*, 223 (vezi nota 10, Capitolul 2).

[29] R. T. Pennock, *Tower of Babel. The Evidence Against the New Creationism* (Cambridge, MA: MIT Press, 2002).

funcțiile sunt universale, evidențiind un proiect mai degrabă „incompetent" decât „inteligent". Gândiți-vă la maxilarul omului. Noi avem prea mulți dinți pentru dimensiunea maxilarului, astfel că măselele de minte trebuie extrase și stomatologii specialiști în ortodonție vor avea de lucru îndreptându-i pe ceilalți. Să-l învinovățim pe Dumnezeu pentru această gafă? Și un inginer oarecare ar fi făcut ceva mai bun.

Evoluția oferă o bună explicație a acestei imperfecțiuni. În timp, la strămoșii noștri dimensiunea creierului a crescut; remodelarea craniului pentru a corespunde unui creier mai mare a determinat o micșorare a maxilarului, astfel încât capul nou-născutului să nu fie prea mare, pentru a putea ieși prin colul uterin al mamei. Evoluția răspunde nevoilor organismelor prin selecție naturală, nu printr-un proiect optim, ci prin „cârpire", prin modificarea treptată a structurilor existente. Evoluția își realizează „proiectul", ca o consecință a selecției naturale, promovând adaptarea. PI al evoluției este un proiect *imperfect*, și nu unul *inteligent*.

Gândiți-vă la colul uterin al femeii, mult prea îngust pentru ca trecerea capului unui prunc să fie ușoară, astfel că mii și mii de copilași și multe mame mor la naștere. Bineînțeles că nu vrem să dăm vina pe Dumnezeu pentru un astfel de proiect disfuncțional sau pentru moartea copiilor. Știința îl explică prin creșterea creierului nostru ca urmare a evoluției. Femelele altor primate nu au această dificultate. În trecut, teologii se confruntau cu problema disfuncționalității, deoarece credeau că trebuia atribuită proiectului lui Dumnezeu. Știința, spre marea ușurare a teologilor, oferă o explicație care atribuie, în mod convingător, defectele, diformitățile și disfuncțiile unor cauze naturale.

Iată alt exemplu: de ce brațele și picioarele noastre, care sunt folosite pentru funcții atât de diferite, sunt alcătuite din aceleași materiale, aceleași oase, mușchi și nervi, toate dispuse în același tipar universal? Evoluția explică anomalia. Membrele superioare ale strămoșilor noștri erau picioare. După ce strămoșii noștri hominizi au devenit bipezi și au început să-și folosească membrele superioare pentru alte funcțiuni decât cea a mersului, ele s-au modificat treptat, menținându-și însă compoziția și dispunerea originară. Inginerii încep o lucrare cu materii prime și cu un proiect adecvat unui anumit scop; evoluția poate doar să modifice ceea ce există. Un inginer care ar proiecta automobile și avioane sau aripi și roți, folosind aceleași materiale aranjate într-un tipar similar, ar fi, cu siguranță, concediat.

Dar, și mai deranjantă pentru adepții PI, trebuie să fie următoarea considerație. Aproximativ 20 de procente din toate sarcinile identificate sfârșesc în avort spontan în primele două luni de sarcină. Această nenorocire se ridică, în prezent, la mai mult de 20 de milioane de avorturi spontane anual. Să-l învinovățim pe Dumnezeu pentru deficiențele din procesul unei sarcini? Oare Dumnezeu este cel mai mare provocator de avorturi? Majoritatea dintre noi ar atribui această nenorocire uriașă, mai degrabă, încâlcitelor căi ale procesului de evoluție decât incompetenței unui proiectant inteligent.

Exemple de deficiențe sau disfuncții ale tuturor organismelor ar putea fi înșirate la nesfârșit, reflectând caracterul oportunist, de cârpaci, al selecției naturale, care realizează un proiect mai mult imperfect decât inteligent. Lumea organismelor abundă și în caracteristici

care ar putea fi numite „ciudățenii", ca și în cele care au fost caracterizate drept „cruzimi", un calificativ potrivit dacă acele comportamente ar fi urmarea unor proiecte ale unei ființe cu standarde de moralitate umane sau superioare. Totuşi, cruzimile din natura biologică sunt doar cruzimi metaforice când sunt aplicate la rezultatele selecției naturale.

Exemplele de „cruzime" includ nu doar prădătorii obișnuiți care-și sfâșie prada (să zicem, un cimpanzeu care mușcă bucăți mari de carne dintr-o mică maimuță încă vie, care țipă) sau paraziți care distrug organele funcționale ale gazdelor lor, ci și, foarte frecvent, între organisme ale acelorași specii, chiar între tovarăși de viață. Un exemplu binecunoscut este femela călugăriță care devorează capul masculului *după* împerechere. Mai puțin cunoscut este faptul că, dacă poate, femela îi mănâncă masculului capul *înainte* de acuplare, că îl bate pe masculul decapitat, iar spasmele „freneziei sexuale" îi permit femelei să-i unească organele genitale cu ale ei.[30] La unele musculițe, femela capturează masculul ca și cum ar fi o pradă oarecare și cu vârful trompei injectează în el saliva sa, care începe să-i digere viscerele, care sunt apoi supte de către femelă; protejate parțial de digestie sunt organele masculine ce rămân relativ intacte și se descompun înăuntrul femelei și o

---

[30] S.E. Lawrence, „Sexual Cannibalism in the Praying Mantis, *Mantis religiosa:* A Field Study", *Animal Behaviour* 43 (1992): 569–583; a se vedea și M.A. Elgar, „Sexual Cannibalism in Spiders and Other Invertebrates", în *Cannibalism: Ecology and Evolution among Diverse Taxa,* editori M.A. Elgar and B.J. Crespie (Oxford: Oxford University Press, 1992).

fertilizează.[31] Devorarea masculilor de către femele este cunoscută la zeci de specii, în special, la păianjeni și la scorpioni.[32] Lumea înconjurătoare abundă de comportamente „pline de cruzime" : numeroși prădători își mănâncă prada de vie; paraziții își distrug gazdele vii, din interior; și, după cum am notat, femelele multor specii de păianjeni și insecte își devorează perechea.

Într-o scrisoare către Joseph Hooker, Darwin regreta: „Ce carte ar putea scrie Capelanul Diavolului despre lucrările neîndemânatice, extravagante, josnice

---

[31] J.A. Downes, „Feeding and Mating in the Insectivorous Ceratopogoninae (Diptera)", *Memoirs of the Entomological Society of Canada* 104 (1978): 1–62.

[32] Diferite ciudățenii ale comportamentului împerecherii, cum ar fi cele pe care le-am descris, sunt detaliate în încântătoarea, dar exacta și bine-documentata carte a Oliviei Judson, *Dr. Tatiana's Sex Advice to All Creation* (New York: Holt, 2002). Caracteristici uluitoare și chiar bizare în configurația și comportamentul tuturor tipurilor de organisme apar în cartea lui John C. Avise, *Evolutionary Pathways in Nature. A Phylogenetic Approach* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006), o carte savantă despre evoluția moleculelor diferitelor organisme și caracteristicile lor. Sarcina *masculină* a peștelui este un exemplu uimitor. La cele peste 200 de specii din familia Syngnathidae, din care fac parte acul de mare și calul de mare, mai degrabă masculii decât femelele poartă embrionii aflați în evoluție, într-un săculeț aflat sub abdomen. Femela își transferă ouăle nefertilizate în săculețul masculului, unde sunt fertilizate de sperma lui. Apoi masculul poartă embrionii timp de câteva săptămâni, dând naștere, în cele din urmă, urmașilor, care sunt versiuni miniaturale ale adulților. În timpul perioadei de gestație, tatăl hrănește și protejează puii, în timp ce mama nu joacă niciun rol. La unele specii, femela produce mult mai multe ouă decât ar putea încăpea în săculețul masculului și, de aceea, femelele sunt poligame. Vezi A.B. Wilson, I. Ahnesjö, A. Vincent, and A. Meyer, „The Dynamics of Male Brooding, Mating Patterns, and Sex Roles in Pipefishes and Seahorses (Family Syngnathidae)", *Evolution* 57 (2003): 1374–1386.

și îngrozitor de crude ale naturii." Darwin a revenit în mod repetat la această temă, în special, în ampla sa corespondență cu biologul american Asa Gray. În 1860, îi scria lui Gray că „nu mă pot convinge pe mine însumi că un Dumnezeu binevoitor ar fi creat cu bună știință *Ichneumonidae* cu intenția expresă ca acestea să se hrănească în interiorul corpurilor vii ale unor omizi sau că o pisică ar trebui să se joace cu șoarecii."[33]

Proiectul organismelor este adesea atât de disfuncțional, de ciudat și de crunt, încât ar fi putut fi atribuit zeilor vechilor greci, romani și egipteni, care se luptau unii cu alții, făceau gafe și erau neîndemânatici în strădaniile lor. Pentru un biolog modern, care cunoaște lumea vie, proiectul organismelor nu este compatibil cu acțiunea specială a Dumnezeului atotștiutor și atotputernic al iudaismului, creștinismului și islamului. Filosoful american David Hull a subliniat aceeași idee, într-un limbaj vehement:

> Ce fel de Dumnezeu poate cineva să deducă din tipul de fenomene rezumate de speciile de pe Insulele Galápagos ale lui Darwin? Procesul de evoluție abundă în întâmplări, contingență, risipă incredibilă, moarte, durere și groază... Oricum ar arăta Dumnezeul sugerat de teoria evoluționistă și de datele selecției naturale, El nu este Dumnezeul protestant al lui „nu irosi, nu dori". El nu este nici Dumnezeul iubitor care are grijă de lucrarea Sa. Nu este nici măcar acel Dumnezeu teribil descris în Cartea lui Iov. Dumnezeul din Galápagos este nepăsător, risipitor, indiferent, aproape diabolic. Cu siguranță, nu este genul de Dumnezeu în fața căruia, oricine ar fi înclinat să se roage."[34]

---

[33] F. Darwin (editor), *The Life and Letters of Charles Darwin*, 3 vol. (Londra: Murray, 1887), vol. 2, 105.

[34] D.L. Hull, „God of the Galapagos", *Nature* 352 (1992): 485–486.

Dumnezeul iubirii și al milei nu ar fi putut plănui toate astea.

Savanții evlavioși din trecut s-au luptat cu imperfecțiunea, disfuncționalitatea și cruzimea existente în lumea vie, care sunt dificil de explicat dacă le-am considera ca rezultate ale proiectului lui Dumnezeu. Filosoful David Hume a pus problema succint, cu o sinceritate brutală: „Este El [Dumnezeu] dornic să împiedice răul, dar nu este capabil? Atunci este neputincios. Este capabil, dar nu vrea? Atunci este răuvoitor. Este atât capabil, cât și dornic? Atunci, de unde răul?“[35] Evoluția este salvarea. Jack Haught, un teolog romano-catolic contemporan, a scris despre „darul lui Darwin făcut teologiei.“[36] Teologul protestant Arthur

---

[35] D.Hume, *Dialogues Concerning Natural Religion*, editor N. K. Smith (Oxford: Oxford University Press, 1935), 244. Această formulare a problemei răului în lumea lui Dumnezeu pare să se datoreze filosofului Greciei antice, Epicur (341–270 î.Hr.). Voltaire, în articolul său intitulat *Bien*, îl citează pe Epicur, prin Lactantius: „Fie Dumnezeu poate îndepărta răul din lume și nu vrea; fie, dorind să facă asta, nu poate... Dacă el vrea și nu poate, atunci El nu este atotputernic. Dacă poate, dar nu vrea, El nu este binevoitor...Dacă și vrea și poate, atunci de unde vine răul de pe fața Pământului?“ Vezi François-Marie Arouet de Voltaire, *The Encyclopedia of Philosophy*, vol. 8 (Londra: Macemillan, 1967), 262–270. Eminentul evoluționist Dobzhansky scria: „Dacă universul a fost proiectat să ajungă la o stare de frumusețe și bunătate absolute, atunci proiectul este incredibil de greșit... De ce atâtea încercări eșuate, dispariții, dezastre, nenorociri, angoasă și, în cele din urmă, cel mai mare rău — moartea? Dumnezeul iubirii și al milei nu putea să planifice aceasta. Orice doctrină, care privește evoluția ca fiind predeterminată sau ghidată, se ciocnește de ineluctabila realitate a existenței răului“ *The Biology Ultimate Concern*, 120 (vezi nota 26, mai sus).

[36] J.Haught, „Darwin's Gift to Theology“, în *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives on Divine Action*, editori

Peacocke s-a referit la Darwin ca la „prietenul deghizat", citându-l pe teologul Aubrey Moore, care, în 1891, scria că: „Darwinismul a apărut și, sub înfățișarea unui dușman, a acționat ca un prieten."[37] Haught și Peacocke recunosc ironia că teoria evoluției, care, inițial, părea să alunge din lume nevoia de Dumnezeu, acum a înlăturat în mod convingător nevoia de a explica imperfecțiunile lumii ca fiind rezultatele eșuate ale proiectului lui Dumnezeu."[38]

Într-adevăr, o povară majoră a fost luată de pe umerii credincioșilor atunci când s-au avansat dovezi convingătoare ale faptului că proiectul organismelor nu trebuie atribuit influenței imediate a Creatorului, ci, mai degrabă, considerat un rezultat al proceselor naturale. Dacă pretindem că organismele și părțile lor au fost create anume de Dumnezeu, trebuie să justificăm proiectul incompetent al maxilarului uman, îngustimea colului uterin și coloana noastră vertebrală, greșit proiectată, prea puțin potrivită pentru mersul vertical. Adepții PI ar face bine să recunoască revoluția lui Darwin și să accepte selecția naturală ca procesul care explică proiectul organismelor, precum și disfuncțiile, ciudățeniile, cruzimile și sadismul prezente în toată lumea vie. Atribuirea lor acțiunii precise a Creatorului

---

R.J. Russell, W.R. Stoeger și F.J. Ayala (Vatican City State și Berkeley, CA: Vatican Observatory and the Center for Theology and the Natural Sciences, 1998), 393–418.

[37] A. Peacocke, „Biological Evolution — A Positive Appraisal", în *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives on Divine Action*, editori R.J. Russell, W.R. Stoeger și F.J. Ayala (Vatican City State și Berkeley, CA: Vatican Observatory and the Center for Theology and the Natural Sciences, 1998), 357–376.

[38] Vezi alte câteva contribuții la *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives on Divine Action*.

înseamnă blasfemie. Adepții și urmașii PI sunt, cu siguranță, oameni bine-intenționați, care nu vor să comită o astfel de blasfemie, dar astfel îi par lucrurile unui biolog preocupat ca Dumnezeu să nu fie calomniat prin imputarea unui proiect incompetent.

În Capitolul 9, încerc să completez cercul argumentării mele, subliniind că religia și știința nu sunt opuse, întrucât se ocupă de domenii diferite ale realității. Mai degrabă, ele pot fi considerate ca fiind complementare. Întrebările legate de sensul și scopul lumii și al vieții omului transcend știința. Religia le răspunde.

9

Dincolo de biologie

„Mulți dintre susținătorii importanți ai Proiectului Inteligent avansează o ipoteză care este profund eronată. Ei afirmă că teoria evoluției este opusă credinței în existența unei ființe supreme și religiei, în general."

Judecătorul JOHN E. JONES
Kitzmiller vs. *Dover Area School District*, p. 136

În aserțiunea ce urmează textului citat mai sus, judecătorul Jones adaugă: „În mod repetat în acest proces,... experți științifici au susținut că teoria evoluției este o știință benefică, acceptată de majoritatea zdrobitoare a comunității științifice, și că, sub nicio formă, nu intră în conflict și nici nu neagă existența unui creator divin."

Tocmai acest aspect al contradicției invocate de către susținătorii Proiectului Inteligent (PI), între teoria evoluției și un Creator Divin, este cel pe care vreau să îl abordez în acest capitol. Ideea, vreau să remarc încă de la început, este împărtășită de adepții PI și de oamenii de știință și filosofii materialiști. Ciudată întovărășire, într-adevăr.

Voi trece în revistă, pe scurt, istoria reacției creștinătății la teoria evoluției și istoria mișcării creaționiste din Statele Unite, și apoi voi evidenția punctele forte și limitele științei. Vom vedea că între știință și religie nu trebuie să fie nicio contradicție. Dacă sunt percepute

corect, ele *nu pot* fi în contradicție, deoarece știința și religia se ocupă de domenii ale cunoașterii care nu se suprapun. Doar când afirmațiile depășesc granițele lor legitime, teoria evoluției și credințele religioase par să fie antitetice.

La 28 aprilie 1937, la începutul Războiului Civil din Spania, avioanele naziste, aflate sub conducerea lui Franco, au bombardat micul orășel basc Guernica, patria spirituală a bascilor, ucigând 1654 dintre cei 7 000 de locuitori ai săi: pentru prima oară o populație civilă a fost distrusă intenționat, de forțele aeriene. Cu puțin timp înainte, pictorului spaniol Pablo Picasso, i se comandase de către guvernul republican spaniol o lucrare de proporții pentru Pavilionul Spaniol de la Expoziția Mondială de la Paris din 1937. Într-un puseu de energie frenetică, Picasso, furios, a schițat în două zile și a terminat în alte zece celebra sa lucrare, *Guernica*, o pictură imensă de 783 cm pe 350 cm.

Să presupunem că aș trece în revistă coordonatele tuturor imaginilor reprezentate în pictură, mărimea lor, pigmenții utilizați și calitatea pânzei. Aceste informații ar fi interesante, dar nu ar fi satisfăcătoare dacă aș omite complet considerațiile estetice și nu aș vorbi despre semnificația și scopul picturii, despre mesajul dramatic al lipsei de omenie a omului față de om, transmis de figura prelungă a mamei trăgându-și pruncul mort, de fețele oamenilor care strigă, de calul rănit și de imaginea satanică a taurului. Ideea este aceea că descrierea fizică a tabloului nu ne spune nimic (în sine, nu ne poate transmite nimic) despre valoarea estetică sau semnificația istorică a picturii *Guernica*; pe de altă

parte, nici semnificația estetică sau cea intenționată nu determină trăsăturile ei fizice.

Fie ca *Guernica* să rămână o metaforă a ideii pe care vreau să o subliniez. Cunoașterea științifică, cum ar fi descrierea dimensiunii, a materialelor și a geometriei picturii *Guernica*, este utilă și satisfăcătoare, dar odată ce acestea au fost spuse de către știință, mai rămân multe lucruri interesante de spus despre realitate: chestiuni referitoare la valoare, semnificație și scop, care vor rămâne pentru totdeauna dincolo de orizontul științei.

Evoluția și Biblia

Pentru unii oameni, teoria evoluției pare a fi incompatibilă cu convingerile lor religioase, în special, cu cele ale creștinilor, întrucât ea nu corespunde cu istorisirea creației, de către Biblie. Primele cinci capitole ale cărții biblice a Facerii descriu crearea de către Dumnezeu a lumii, plante, animale și oameni. O interpretare literală a Facerii pare incompatibilă cu evoluția treptată a oamenilor și a altor organisme, prin procese naturale. Chiar independent de narațiunea biblică, credința creștină că sufletul este nemuritor și că oamenii sunt „creați după chipul și asemănarea lui Dumnezeu" a părut multora ca fiind contrară originii evolutive a oamenilor, din ființe nonumane.

Atacurile motivate religios împotriva teoriei evoluției au început încă din timpul vieții lui Darwin. În 1874, Charles Hodge, un teolog protestant american, a publicat *What is Darwinism?*, unul dintre atacurile coerente la adresa teoriei evoluției. Hodge a prezentat teoria lui Darwin ca fiind „cea mai autentic naturalistă posibil și de departe mai ateistă decât cea a predece-

sorului său, Lamarck." Împărtăşind concepţia lui Paley, Hodge argumenta că proiectul ochiului uman dovedește că „a fost conceput de Creator, așa cum proiectul unui ceas dovedește existența ceasornicarului. El a conchis că „negarea proiectului în natură înseamnă, de fapt, negarea lui Dumnezeu."[1]

Alţi teologi protestanţi au văzut în argumentul că Dumnezeu operează prin cauze intermediare o soluție la aparenta contradicție dintre evoluție și creație. Originea și mișcarea planetelor ar putea fi explicate prin legea gravitației și alte procese naturale, fără a nega creația și providența lui Dumnezeu. În mod similar, evoluția ar putea fi văzută drept procesul natural prin care Dumnezeu a adus la existență viețuitoarele și le-a dezvoltat după planul Său. Astfel, A.H. Strong, președintele Seminarului teologic Rochester din statul New York, a scris în a sa *Systematic Theology* (1885): „Noi garantăm principiul evoluției, dar îl considerăm doar ca metodă a inteligenței divine." El arată că originea animală a ființelor umane nu este compatibilă cu statutul lor superior, de ființe create după chipul și asemănarea lui Dumnezeu. Strong a făcut o analogie cu miraculoasa transformare a apei în vin, de către Hristos: „Vinul nu era apă, deoarece apa fusese folosită la prepararea lui, și nici omul nu este un animal, fiindcă animalul ar fi avut vreo contribuție în crearea lui."[2] Și din partea teologilor Bisericii Catolice au existat argumente pro și contra teoriei lui Darwin.

---

[1] C. Hodge, *What Is Darwinism* (New York: Scribner, Armstrong & Co., 1874), 48–51.

[2] A. H. Strong, *Systematic Theology*, 3 vol. (Westwood, NJ: Fleming Revell, 1907), vol. 2472–2473.

Treptat, în secolul XX, evoluția prin selecție naturală a ajuns să fie acceptată de majoritatea autorilor creștini. Papa Pius al XII-lea, în enciclica sa *Humani generis* (1950, Despre specia umană), a recunoscut că evoluția biologică era compatibilă cu credința creștină, deși a argumentat că intervenția lui Dumnezeu era necesară pentru crearea sufletului. Papa Ioan Paul al II-lea, într-un mesaj adresat Academiei Pontificale de Științe, la 22 octombrie 1996, deplângea interpretarea textelor biblice mai curând ca pe afirmații științifice decât învățături religioase. El adăuga: „Noile cunoștințe științifice ne-au ajutat să înțelegem că teoria evoluției nu mai este o simplă ipoteză. Este, cu adevărat, remarcabil că această teorie a fost treptat acceptată de către cercetători, ca urmare a unor serii de descoperiri în diferite domenii ale cunoașterii. Convergența, nici căutată, dar nici fabricată a rezultatelor muncii desfășurate independent este, în sine, un argument semnificativ în favoarea acestei teorii."[3]

Concepții similare au fost exprimate și de către alte confesiuni creștine importante. Adunarea Generală a Bisericii Presbiteriene a Unității a adoptat, în 1982, o rezoluție în care se afirma: „Cei care studiază Biblia și școlile teologice... consideră că teoria științifică a evoluției nu intră în conflict cu propria lor interpretare a

[3] Mesajul adresat de Papa Ioan Paul al II-lea membrilor Academiei Pontificale de Științe a apărut în *L'Osservatore Romano* la 23 octombrie 1996, în originalul francez, și la 30 octombrie 1996, în limba engleză. Ambele texte sunt reproduse în *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives on Divine Action,* editori R.J. Russell, W.R. Stoeger și F.J. Ayala (Vatican City State și Berkeley, CA: Vatican Observatory and the Center for Theology and the Natural Sciences, 1998), 2–9.

originilor vieții, bazată pe literatura biblică." Federația Luterană Mondială a afirmat, în 1965, că „ipotezele evoluției ne înconjoară precum aerul pe care îl respirăm și nu mai pot fi evitate. În același timp, afirmațiile teologiei sunt făcute cu mai multă responsabilitate decât odinioară. În acest sens, atât știința, cât și religia sunt aici pentru a rămâne și... trebuie să rămână într-o competiție sănătoasă, de respect reciproc."[4]

Autoritățile evreiești și conducătorii marilor religii au făcut afirmații asemănătoare. În 1984, cea de-a 9-a Convenție anuală a Conferinței Centrale a Rabinilor din America a adoptat o rezoluție în care se spune: „Atâta timp cât principiile și conceptele evoluției biologice sunt fundamentale pentru înțelegerea științei... cerem profesorilor de științe și conducătorilor școlilor locale din toate statele să ceară manuale de calitate care să fie bazate pe o cunoaștere modernă, științifică și care să excludă creaționismul « științific »."

Confesiunile creștine, care mențin o interpretare literală a Bibliei, s-au opus acestor concepții. Această opoziție este exprimată succint în Mărturisirea de Credință a Societății pentru Cercetarea Creației, fondată în 1963, ca „o organizație profesionistă a unor oameni de știință pregătiți, precum și de laici interesați care se consacră ferm creației speciale științifice": „Biblia este

---

[4] *Voices for Evolution* (ediție revizuită), editor Molleen Matsumura (Berkeley, CA: National Center for Science Education, 1995, p. 176) conține o amplă culegere de aserțiuni în sprijinul evoluției, făcute de organizații științifice, religioase, educative și civice. Cele două citate se află la paginile 107 și, respectiv, 96. O bună sursă de documente, cât și o excelentă dezbatere asupra controversei, este E.C. Scott, *Evolution vs. Creationism* (Westport, CT: Greenwood Press, 2004), *xxw* + p. 272.

Cuvântul Scris al lui Dumnezeu și, întrucât este o scriere, în totalitate inspirată, toate afirmațiile ei sunt adevărate din punct de vedere istoric și științific, în manuscrisele originale. Pentru cel care studiază natura, aceasta înseamnă că istorisirea originii în cartea Facerii este o prezentare reală a unor adevăruri istorice elementare."

Mulți exegeți ai Bibliei și teologi au respins vreme îndelungată o interpretare literală a ei, ca fiind totuși nefundamentată, deoarece Biblia conține afirmații incompatibile una cu cealaltă. Chiar la începutul cărții Facerii, se prezintă două istorisiri diferite ale creației. În tot Capitolul 1 și în primele versete ale Capitolului 2, se află cunoscuta istorisire a celor șase zile, în care Dumnezeu creează oamenii — „bărbat și femeie" — după chipul Său, în cea de-a șasea zi, după ce a creat lumina, pământul, cerul, peștii, păsările și animalele de pe uscat. În versetul 4 din Capitolul 2, începe o altă istorisire, în care Dumnezeu creează bărbatul, apoi plantează o grădină și creează animalele, și abia apoi ia o coastă a bărbatului, pentru a crea femeia.

Care dintre cele două istorisiri este corectă și care este greșită? Niciuna nu o contrazice pe cealaltă, aș spune, dacă înțelegem cele două istorisiri ca purtătoare ale aceluiași mesaj, acela că lumea a fost creată de Dumnezeu și că oamenii sunt creația Lui. Dar ambele istorisiri nu pot fi „adevărate din punct de vedere istoric și științific", după cum este postulat în Mărturisirea de Credință a Societății pentru Cercetarea Creației.

Există numeroase inconsecvențe și contradicții în diferitele părți ale Bibliei, de exemplu, în descrierea revenirii poporului ales al lui Israel, din Egipt pe Pământul Făgăduinței, fără a mai menționa afirmațiile factice eronate despre soarele care se învârte în jurul

Pământului și alte asemenea. Exegeții Biblici subliniază că Biblia este infailibilă în privința adevărului religios, și nu în privința aspectelor lipsite de importanță pentru mântuire. Fericitul Augustin, unul dintre cei mai mari teologi creștini, scria în a sa *De Genesi ad litteram* (Comentariu literal la Cartea Facerii): „Se pune adesea întrebarea care trebuie să fie credința noastră în ceea ce privește forma și aspectul raiului, potrivit Sfintei Scripturi... Astfel de subiecte nu aduc niciun câștig pentru cei ce caută desăvârșirea. Și ceea ce este cel mai rău, ei acordă un timp foarte prețios ce ar trebui dăruit câștigului spiritual. Ce mă privește pe mine dacă cerul este ca o sferă și Pământul e cuprins în ea și suspendat în mijlocul universului sau dacă cerul este ca un disc și Pământul se află deasupra lui, planând într-o parte."[5]

Augustin adaugă ulterior, în același capitol: „În ceea ce privește aspectul cerului, autorii sacri nu au voit să-i învețe pe oameni lucruri ce nu erau folositoare pentru mântuirea lor." După Augustin, Cartea Facerii nu este o carte de anatomie. Într-adevăr, Augustin a notat că în istorisirea creației din Facere Dumnezeu creează lumina în prima zi, dar a creat soarele abia în cea de-a patra zi. Augustin a tras concluzia că „lumina" și „zilele" din Facere nu au sens literal.[6] Biblia se referă la religie, și autorii Biblici nu și-au propus să răspundă la întrebări legate de aspectul universului, care nu au absolut nicio

---

[5] Augustine, *The Literal Meaning of Genesis (De Genesi ad litteram)*, Cartea 2, Cap. 9. Există câteva traduceri ale acestei cărți în limba engleză: vezi, spre exemplu, ediția „Translated and Annotated by John Hammond Taylor, S.J.", 2 vol. (New York; Newman Press). Citatul este din vol. 1, 58–59.

[6] Augustine, *De Genesi ad litteram*, Cartea 1, Capitolul 17, vol. 1, 38–40 (vezi nota 5, mai sus).

relevanță pentru modul în care trebuie să căutăm mântuirea.

În același spirit, Papa Ioan Paul al II-lea a spus, în 1981, că însăși Biblia

> ne vorbește despre originile universului și despre formarea sa, nu pentru a ne oferi un tratat științific, ci pentru a stabili relația corectă a omului cu Dumnezeu și cu universul. Sfânta Scriptură vrea, pur și simplu, să declare că lumea a fost creată de Dumnezeu, și, pentru a inculca acest adevăr, se exprimă în termenii cosmologiei din vremea când a trăit autorul... Orice altă învățătură despre originea și alcătuirea universului este străină de intențiile Bibliei, care nu vrea să inculce modul în care s-au format cerurile, ci cum se poate ajunge acolo.[7]

Argumentul lui Ioan Paul al II-lea a fost, în mod cert, un răspuns dat fundamentaliștilor creștini, care văd în Facere o descriere literală a modului în care lumea a fost creată de Dumnezeu.

Fundamentalism, creaționism și școlile publice

În vremurile moderne, fundamentaliștii militanți, deși sunt o minoritate între creștinii din Statele Unite, au câștigat periodic influență publică și politică. Opoziția față de predarea evoluționismului își are originea în două mișcări, cu rădăcini în secolul al XIX-lea, adventismul de ziua a șaptea și penticostalismul. Consecvenți importanței date de ei Sabatului din ziua a șaptea, ca o celebrare a Creației biblice, adventiștii de ziua a șaptea au insistat asupra altei creări a vieții și asupra universalității Potopului care, consideră ei, a sedimentat rocile

[7] *Voices*, 97 (vezi nota 4, mai sus).

purtătoare de fosile. Această nouă interpretare a Genezei de către adventiști a devenit nucleul „științei creației" de la sfârșitul secolului XX și a fost inclusă în legile „tratamentului echilibrat" din Arkansas și Louisiana (vezi mai jos). Mulți pentiscostali, care, în general, susțin o interpretare literală a Bibliei, au adoptat și sprijinit și preceptele de bază ale științei creației, inclusiv originea recentă a Pământului și o geologie interpretată în termenii Potopului. Totuși, ei se deosebesc de adventiștii de ziua a șaptea și de alți adepți ai științei creației prin toleranța lor față de diverse opinii și prin semnificația limitată pe care o atribuie controversei evoluție–creație.

În anii '20, fundamentaliștii militanți au influențat legislaturile din peste douăzeci de state, spre a dezbate legislația antievoluție, și patru dintre acestea — Arkansas, Mississippi, Oklahoma și Tennessee — au interzis predarea evoluției în școlile lor publice. Un reprezentant al antievoluționiștilor, William Jennings Bryan, care a candidat de trei ori, fără succes, din partea democraților la funcția de președinte al Statelor Unite, a spus, în 1922, „vom îndepărta darwinismul din școlile noastre." În 1925, Bryan s-a numărat printre acuzatorii lui John T. Scopes, un profesor de liceu din Dayton, Tennessee, care, după cum se știe, încălcase legea statului, ce interzicea predarea evoluției.

În 1968, Curtea Supremă a Statelor Unite a declarat neconstituțională orice lege care interzice predarea evoluționismului în școlile publice (*Epperson* vs. *Arkansas* 393 U.S. 97, 1968). Ulterior, fundamentaliștii creștini au introdus într-o serie de legislaturi o legislație ce prevedea ca predarea „științei evoluției" să fie echilibrată prin alocarea unui spațiu de timp egal și

„ştiinţei creaţiei." Ştiinţa creaţiei, se afirma, consideră că toate tipurile de organisme au început să existe brusc, atunci când Dumnezeu a creat universul, că lumea are numai câteva mii de ani şi că Potopul biblic a fost un fapt real, căruia i-au supravieţuit numai câte o pereche din fiecare specie animală. Legislatura statului Arkansas, din 1981, şi cea a statului Louisiana, din 1982, au aprobat statute care cereau tratarea egală a ştiinţei evoluţiei şi, respectiv, a creaţiei, în şcolile lor, dar oponenţii au contestat statutele, ca fiind încălcări ale separaţiei mandatate constituţional dintre biserică şi stat şi au reuşit.

Statutul din Arkansas a fost declarat neconstituţional în 1982, de Curtea Federală, după un proces public la Little Rock.[8] Legea din Louisiana a făcut recurs până la Curtea Supremă a Statelor Unite care, în 1987, a declarat neconstituţională „Legea Creaţionismului" din Louisiana, deoarece prin promovarea convingerii religioase că o fiinţă supranaturală a creat omenirea, cuprinsă în sintagma „ştiinţa creaţiei", legea susţine religia în mod inadmisibil.[9] Cea mai recentă confruntare în tribunale între creaţionism şi teoria evoluţiei are loc pe tema proiectului inteligent (PI), care a apărut în formularea sa actuală după decizia Curţii Supreme din 1987, că ştiinţa creaţiei nu poate fi predată în şcolile publice.

---

[8] *McLean* vs. *Arkansas Board of Education* 529 F. Supp. 1255, 1982. Eu am fost martor în calitate de expert în procesul care a avut loc la Little Rock.

[9] *Edwards* vs. *Aguilar* 482 U.S. 578, 1987. Un *amicus brief* pe care Academia Naţională de Ştiinţe a S.U.A. l-a introdus în procedurile Curţii Supreme, cuprinde broşura „Science and Creationism. A View from the National Academy of Sciences", al cărei autor principal sunt, deşi nenominalizat, figurez doar ca membru al comitetului care a întocmit documentul.

Decembrie 2005: Decizia *Dover*

La 28 octombrie 2004, Consiliul Directorilor Școlilor din Dover (Pennsylvania) a adoptat următoarea rezoluție: „Cursanții vor fi informați de lacunele / problemele din teoria lui Darwin și din alte teorii ale evoluției incluzând, dar nu limitându-se la proiectul inteligent."

Ulterior, la 19 noiembrie 2004, Direcția Districtuală a Școlilor din Dover a anunțat printr-un comunicat de presă că, începând din ianuarie 2005, li se va cere profesorilor să dea citire unei declarații cu următorul conținut: „Deoarece teoria lui Darwin este o teorie, ea continuă să fie testată pe măsură ce apar noi dovezi. Teoria nu este un fapt... Proiectul Inteligent este o explicație a originii vieții care diferă de concepția lui Darwin. Cartea de referință, *Of Pandas and People*, este recomandabilă cursanților care ar dori să înțeleagă ce anume presupune, cu adevărat, Proiectul Inteligent."

Validitatea constituțională a rezoluției și a comunicatului de presă a fost contestată la 14 decembrie 2004, la Curtea Federală Districtuală pentru Districtul Mijlociu al Pennsylvaniei, de către unsprezece părinți (Kitzmiller ș.a.). Procesul s-a derulat timp de mai multe săptămâni, spre sfârșitul anului 2005. La 20 decembrie 2005, judecătorul Federal John E. Jones III a emis o hotărâre de 139 de pagini (*Kitzmiller* vs. *Dover Area School District*), declarând că „politica susținătorilor PI violează Clauza Orânduirii Existente a Primului Amendament al Constituției Statelor Unite" și că „adepților li se interzice permanent să mențină Politica PI în orice școală din Districtul Dover" (p. 139).

Judecătorul Jones trece în revistă istoria mișcărilor creaționiste și PI în Statele Unite și afirmă că „numărul

copleșitor de dovezi din cursul procesului a atestat că PI este o concepție religioasă, o simplă reetichetare a creaționismului, și nu o teorie științifică" (p. 43). „PI nu este susținut de cercetări atente, de date sau publicații revizuite" (p. 78). „El nu a generat publicații de prestigiu, și nici nu a constituit subiectul testărilor sau al cercetării" (p. 64). „PI nu este o știință și nu poate fi considerat ca fiind o teorie validă, acceptată științific" (p. 89). „Pe scurt, se contestă... se prezintă într-o lumină falsă statutul său [al teoriei evoluției] în comunitatea științifică, îi face pe cursanți să se îndoiască de validitatea ei fără vreo justificare științifică, le prezintă o alternativă religioasă deghizată în teorie științifică... și îi învață să renunțe la cercetarea științifică" (p. 49).

Către finalul hotărârii, judecătorul Jones a vorbit deschis, referindu-se la adepții PI din Consiliul Școlar: „Acest caz a ajuns la noi ca rezultat al activismului unei facțiuni prost-informate dintr-un consiliu școlar, la care s-a asociat o firmă de avocatură de interes național. Stupiditatea colosală a deciziei Consiliului este evidentă dacă se consideră a fi împotriva bazei reale, relevate în întregime acum, prin acest proces. Cursanții, părinții și profesorii din Dover merită mai mult" (p. 137–138).

Dacă *Dover* va fi sau nu rechemat în instanță, rămâne de văzut. În orice caz, eforturile creaționismului fundamentalist de a discredita teoria evoluției vor continua, cu siguranță.

Convingeri evoluționiste sau religioase? Aroganța exclusivității

Exclude darwinismul convingerile religioase? Este știința eminamente materialistă? Răspunsul la prima întrebare

este: nu. Răspunsul la cea de-a doua întrebare este: depinde. Depinde dacă se referă la sfera și metodologia științifică sau la conceptele metafizice.

Sfera științei este lumea naturii, realitatea observabilă, direct sau indirect, prin simțurile noastre. Știința formulează explicații despre lumea naturală, explicații ce favorizează posibilitatea coroborării sau respingerii prin observație și experiment. În afara acelei lumi, știința nu are nicio autoritate, nu face afirmații, nu adoptă nicio poziție. Știința nu are nimic decisiv de spus despre valori, fie acestea economice, estetice sau morale; nimic de spus despre sensul și scopul vieții, nimic de spus despre convingerile religioase (cu excepția cazului convingerilor ce transcend sfera religiei și care fac afirmații referitoare la lumea naturală, ce contrazic cunoașterea științifică; astfel de afirmații nu pot fi adevărate).

Știința este *metodologic* materialistă sau, mai bine zis, metodologic *naturalistă*. Prefer cea de-a doua expresie, deoarece „materialism“ se referă adesea la o concepție metafizică despre lume, la o filosofie care afirmă că nu mai există nimic dincolo de lumea materială, că nimic nu mai există dincolo de ceea ce pot experimenta simțurile noastre. De aceea, am subliniat că întrebarea dacă știința este sau nu inerent materialistă depinde de faptul că ne referim la metoda și la sfera științei, care rămân în cadrul lumii naturii, sau la implicațiile metafizice ale filosofiei materialiste care afirmă că nu mai există nimic dincolo de lumea materiei. Știința nu implică materialismul metafizic.

Oamenii de știință și filosofii, care afirmă că știința exclude validitatea oricărei cunoașteri în afara științei, fac o „greșeală categorială“, confundă metoda și sfera

științei cu implicațiile metafizice. Naturalismul metodologic subliniază limitele cunoașterii științifice, și nu universalitatea ei. Știința transcende diferențele culturale, politice și religioase, întrucât nu face afirmații referitoare la aceste subiecte (exceptând, iarăși, cazul în care este negată cunoașterea științifică). Faptul că știința nu este constrânsă de diferențele culturale sau religioase este una dintre marile ei virtuți. Știința nu transcende acele diferențe negându-le sau luând o poziție sau alta. Ea transcende diferențele culturale, politice și religioase, pentru că acestea nu intră în preocupările ei.

Cu toate acestea, unii oameni de știință, inclusiv unii evoluționiști, afirmă că știința neagă orice cunoaștere validă privitoare la valorile sau la sensul și scopul lumii. Distinsul evoluționist și autor de manuale Douglas Futuyma subliniază: „Prin asocierea variației indirecte, lipsite de scop cu orbescul și indiferentul proces al selecției naturale, Darwin a făcut ca explicațiile teologice sau spirituale ale proceselor vieții să fie superflue... Teoria evoluției elaborată de Darwin... a marcat un punct crucial în programul mecanicismului și al materialismului."[10]

---

[10] D.J. Futuyma, *Evolutionary Biology*, ediția a treia (Sunderland, MA: Sinauer, 1998), 5. Se pare că, ulterior, Futuyma și-a schimbat părerile: „Dar oare biologia evoluționistă neagă existența unei ființe supranaturale sau a sufletului omului? Nu, deoarece știința, inclusiv biologia evolutivă, nu răspunde la astfel de întrebări. Prin însăși natura sa, știința poate cerceta doar ipoteze referitoare la cauze materiale, care operează cu regularitatea cea mai puțin probabilă. Ea nu poate testa ipoteze legate de ființe supranaturale sau de intervenția lor în evenimente naturale." *Evolution* (Sunderland, MA: Sinauer, 2005), 12.

Binecunoscutul biolog evoluționist Richard Dawkins neagă proiectul, scopul și valorile, în mod explicit: „Universul pe care noi îl observăm are exact proprietățile pe care ar trebui să le așteptăm dacă, la baza sa, nu se află niciun proiect, niciun scop, nici ceva bun și nici ceva rău, nimic altceva decât acțiune orbească, lipsită de milă."[11] Istoricul științei, William Provine, nu se limitează la a afirma că nu există niciun fel de principii, ci, în final, trage și o concluzie din perspectivă materialistă, aceea că până și liberul arbitru este o iluzie: „Știința modernă sugerează direct că nu există legi morale sau etice inerente, principii călăuzitoare absolute pentru societatea umană... Liberul arbitru așa cum este perceput în mod tradițional — libertatea de a face alegeri nelimitate și imprevizibile între direcții, alternative ale acțiunii — nu există pur și simplu."[12]

În aceste afirmații există o uriașă contradicție. Dacă atașamentul față de naturalism nu-i permite științei să derive valori, semnificații sau scopuri din cunoașterea științifică, nu-i permite, cu siguranță, nici să le nege existența. Putem acorda acestor autori dreptul de a gândi după cum doresc, dar nu au nicio justificare să-și ancoreze filosofia materialistă în realizările științei. Ironia este că, de fapt, acești autori susțin convingerile adepților PI, care argumentează că știința este inerent materialistă, și împărtășesc concepția creaționiștilor că știința face afirmații despre valori, semnificații și scopuri.

Academia Națională de Științe a declarat: „Religia și știința răspund la întrebări diferite referitoare la lume.

---

[11] R. Dawkins, *River Out of Eden* (New York: HarperCollins, 1992), 133.

[12] W. Provine, „Evolution and the Foundation of Ethics", *MBL Science* 3 (1988): 25–29.

Dacă universul sau existența umană are vreun scop, nu este o întrebare care trebuie adresată științei... Prin urmare, mulți oameni, printre care și mulți oameni de știință, sunt profund religioși, dar, în același timp, acceptă fenomenul evoluției."[13]

Academia mai afirmă: „În cadrul religiilor iudeo-creștine, mulți oameni cred că Dumnezeu lucrează prin procesul evoluției. Adică, Dumnezeu a creat atât o lume care este într-o continuă schimbare, cât și mecanismul prin care viețuitoarele se pot adapta la schimbările de mediu survenite în timp."[14] Printre scriitorii care împărtășesc asemenea convingeri sunt biologul și autorul de manuale, Kenneth R. Miller, teologul catolic, John F. Haught, biochimistul și teologul episcopal, Arthur Peacocke, și atâția alți teologi și autori religioși.[15]

Cunoașterea științifică nu poate contrazice convingerile religioase, întrucât știința nu are nimic definitiv de spus pro sau contra inspirației, realităților și valorilor religioase. Există credincioși creștini, care totuși

---

[13] Academia Națională de Științe, *Teaching About Evolution and the Nature of Science* (Washington, DC: National Academy Press, 1998), 58.

[14] *Ibid.*

[15] K. Miller, *Finding Darwin's God* (New York: HarperCollins, 1999); J. Haught, „Darwin, Design, and Divine Providence", în *Debating Design: From Darwin to DNA*, editori W. Dembski și M. Ruse (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2004), 229–245; Haught, „Darwin's Gift to Theology" (vezi nota 36, Capitolul 8); Peacocke, „Biological Evolution" (vezi nota 37, Capitolul 8). A se vedea, de asemenea, I.G. Barbour, „Five Models of God and Evolution", în *Evolutionary and Molecular Biology: Scientific Perspectives on Divine Action*, editori R.J. Russell, W.R. Stoeger, și F.T. Ayala (Vatican City State și Berkeley, CA: Vatican Observatory și the Center for Theology and the Natural Sciences, 1998), 419–442; și alte contribuții la acest volum.

consideră teoria evoluției și cosmologia științifică ca fiind contrare prezentării creației din Cartea Facerii. Acești credincioși sunt îndreptățiți, bineînțeles, să aibă astfel de convingeri bazate pe propria lor interpretare a Scripturii. Dar Facerea este o carte despre revelații și învățături religioase, și nu un tratat de anatomie sau biologie. Așa cum am menționat mai sus, Papa Ioan Paul al II-lea a afirmat că Biblia vorbește despre originile universului și alcătuirea sa, „nu cu scopul de a ne oferi un tratat științific, ci pentru a afirma relația corectă a omului cu Dumnezeu și cu universul".

Augustin și multe alte autorități religioase au făcut afirmații similare, susținând că este o mare greșeală ca Biblia să fie considerată drept un manual elementar de astronomie, geologie sau de alte științe ale naturii. Galileo afirma că, dacă rațiunea duce la descoperirea unui adevăr care pare a fi incompatibil cu Biblia, atunci interpretarea Bibliei, și nu concluzia științifică, ar trebui să se dea la o parte. De fapt, el îl urma pe Augustin, care, în comentariul său la Cartea Facerii, a scris: „Dacă se întâmplă ca autoritatea Sfintei Scripturi să fie în opoziție clară și sigură cu rațiunea, aceasta trebuie să însemne că persoana, care interpretează Scriptura, nu o înțelege corect."[16]

---

[16] *De Genesi ad litteram*, 1, 19 (vezi nota 5, mai sus). Mai departe, în acest capitol, Augustin scrie:

> Acum, este rușinos și periculos pentru un necredincios să audă un creștin, care probabil că interpretează Sfânta Scriptură, spunând absurdități despre aceste subiecte [Pământul, cerul, mișcarea și orbita stelelor, felurile de animale și arbori]; și ar trebui să ne luăm toate măsurile pentru a împiedica o astfel de situație neplăcută, când oamenii văd o mare ignoranță la un creștin și râd, disprețuindu-l. Rușinos nu este că

Este posibil să credem că Dumnezeu a creat lumea, acceptând, în același timp, că planetele, munții, plantele și animale au apărut, după creația inițială, prin procese naturale. În limbaj teologic, Dumnezeu poate acționa prin cauze secundare. În mod similar, la nivelul personal al individului, eu pot crede că sunt creația lui Dumnezeu, fără să neg faptul că m-am dezvoltat dintr-o singură celulă în pântecele mamei mele, prin procese naturale. Pentru cel credincios, providența lui Dumnezeu acționează asupra vieții personale și a evenimentelor lumii, prin procese naturale. Ceea ce vreau să subliniez, încă o dată, este faptul că argumentele științifice și convingerile religioase vizează probleme de tip diferit, aparțin unor domenii diferite ale cunoașterii; nu se află în contradicție.

---

un individ ignorant este luat în râs, ci că oameni străini de credință cred că autorul nostru creștin are astfel de păreri și, spre marea pierdere a celor pentru a căror mântuire ne străduim, autorii Scripturii noastre sunt criticați și respinși ca oameni fără învățătură. Dacă văd că un creștin greșește într-un domeniu pe care ei înșiși îl cunosc bine, cum vor da crezare acelor cărți privitoare la învierea morților, nădejdea vieții veșnice și Împărăția Cerurilor, când paginile cărților sunt pline de neadevăruri despre lucruri pe care ei înșiși le-au învățat din experiență și prin lumina rațiunii? Cei care explică cu nesăbuință și incompetență Sfânta Scriptură aduc necaz nespus și supărare fraților lor mai înțelepți, când sunt prinși cu părerile lor false și vătămătoare și sunt puși la probă de cei ce nu sunt legați de autoritatea cărților noastre sacre. Căci apoi ei vor încerca să apeleze la Sfânta Scriptură pentru dovadă și chiar vor spune din memorie multe pasaje care consideră ei că le susțin poziția, deși *ei nu înțeleg nici ceea ce spun și nici lucrurile despre care vorbesc.*

Ibid., 42–43 (cursiv în original).

Totuși, unii creștini resping evoluția și cunoașterea științifică, pretinzând că Biblia ar trebui interpretată ad litteram, atât în ceea ce privește învățăturile sale religioase, cât și tot ce se referă la descrierea lumii. Acești credincioși, după cum am arătat mai sus, întâmpină mari dificultăți cu texte contradictorii din Biblie, cum ar fi cele două istorisiri despre crearea lumii și a omenirii din capitolele 1 și 2 din Cartea Facerii.

Știința ca o cale a cunoașterii

Știința este o cale extraordinară de cunoaștere a lumii. Știința caută explicații pentru lumea naturală prin formularea de ipoteze care sunt subiectul falsificării sau al coroborării empirice. O ipoteză științifică este verificată spre a se stabili dacă predicțiile legate de lumea experienței au derivat sau nu, ca urmări logice din acordul ipotezei cu ceea ce este observat, de fapt.

Știința, ca un mod de informare despre natura universului, a avut un succes imens și consecințe extraordinare. Dovadă — înmulțirea departamentelor de știință în universități și în instituțiile de cercetare, bugetele enorme pe care statul le alocă cercetării și, voluntar, sectorul privat, dar și impactul ei economic. Biroul de Management și Buget al Statelor Unite a estimat că 50 de procente din întreaga creștere economică în Statele Unite, de la cel de-al Doilea Război Mondial, se datorează în mod direct cunoașterii științifice și progreselor tehnicii. Într-adevăr, tehnologia provenită din cunoașterea științifică ne domină viața: zgârie-norii din orașele noastre, autostrăzile și marile poduri suspendate, rachetele care poartă oameni în spațiu, telefoanele care oferă un mijloc de comunicare instantanee

între continente, computerele care realizează calcule complexe într-o milionime de secundă, vaccinurile și medicamentele care țin în șah paraziții bacterieni, terapiile genetice care înlocuiesc ADN-ul celulelor cu deficiențe. Toate aceste realizări remarcabile sunt dovada validității cunoașterii științifice, din care provin.

Cunoașterea științifică este remarcabilă și prin modul în care noua cunoaștere se clădește peste realizările trecutului, nu o ia de la capăt cu fiecare generație sau cu fiecare nou practician. Bineînțeles că între oamenii de știință există multe controverse; dar acestea sunt sporadice și, în general, nu pun în discuție cunoașterea anterioară. Majoritatea oamenilor de știință nu pun la îndoială existența atomilor, dacă există un univers cu miriade de stele sau dacă ereditatea este cuprinsă în ADN.

Dincolo de știință

Știința este un mod de cunoaștere, dar nu singurul. Cunoașterea mai provine și din alte surse, cum ar fi: judecata sănătoasă, experiența artistică și religioasă și reflecția filosofică. În *Mitul lui Sisif*, marele scriitor francez Albert Camus afirma că noi învățăm mai multe despre noi înșine și despre lume, privind relaxați cerul înstelat și simțind mirosul ierbii, decât din căile reductive ale oamenilor de știință.[17] Antropologul Loren

---

[17] Și Camus a scris: „Știu că ceva din lumea aceasta are un scop și acesta este omul; căci el este singura ființă care cere să aibă un scop." Criticul literar Erich Auerbach (1892–1957) a scris în 1929, în a sa *Mimesis: The Representation of Reality in Western Literature*, că „o abordare serioasă a realității de zi cu zi" necesită „forma cuprinzătoare și flexibilă a unui roman."

Eisely scria: „Lumea fără viziunea lui Shakespeare este una mai neînsemnată, durerile noastre se închid în ele însele mai nearticulat. Amuțim la gândul — că fără Van Gogh ar fi ca și cum un element ar dispărea din lumina solară."[18] Este uimitoare pentru mine afirmația făcută de unii oameni de știință, precum și de alții, că nu există cunoaștere serioasă în afara științei. Răspund printr-o vorbă de duh, pe care am auzit-o odată de la un prieten: „În ceea ce privește valorile, sensul și scopul, știința are toate răspunsurile, cu excepția celor interesante."

Validitatea cunoașterii dobândite prin metode de cercetare neștiințifice poate fi ușor stabilită, subliniind faptul că știința (în sensul modern de legi și teorii testate empiric) a apărut în secolul al XVI-lea, dar, de secole, omenirea construia orașe și drumuri, avea instituții politice și coduri sofisticate de legi, iniția filosofii și sisteme de valori profunde și crea minunate opere de artă, dar și muzică și literatură. Cerealele pe care le cultivăm și animalele pe care le creștem au apărut cu mii de ani înainte de apariția științei, prin practici stabilite de către locuitorii din Orientul Mijlociu, China, Munții Anzi și platourile maiașe. Aflăm despre condiția grea a omului citind *Regele Lear* de Shakespeare, privind *Autoportretele* lui Rembrandt și ascultând *Simfonia Patetica* de Ceaikovsky sau *Candle in the wind* de Elton John. Astfel, noi învățăm despre noi înșine și despre lumea în care trăim și beneficiem și de rezultatele acestei cunoașteri neștiințifice. Noi, oamenii, avem sisteme morale care se ocupă de consecințele acțiunilor

---

[18] L. Eiseley, *The Man Who Saw Through Time* (New York: Charles Scribner's Sons, 1972), 103.

noastre asupra celorlalți și care-și deduc sensul și scopul din convingerile religioase.

Nu intenționez să insist aici asupra rezultatelor extraordinare ale metodelor neştiinţifice de cercetare. Vreau, pur şi simplu, să afirm ceea ce este evident, dar, uneori, este estompat de orgoliul unor oameni de știință. Oricât de mult succes ar avea și oricât de universal ar fi un anumit subiect, o viziune științifică asupra lumii rămâne întotdeauna incompletă. Chestiunile privitoare la valoare și sens se află dincolo de orizontul științei. Chiar și atunci când dovedim o înțelegere satisfăcătoare din punct de vedere științific a unui obiect sau a unui proces natural, tot ne scapă aspecte care pot fi considerate de către unii la fel de importante, dacă nu chiar mai importante. Cunoașterea științifică poate îmbogăţi percepţiile estetice și morale și poate explica semnificația vieții și a lumii, dar aceste preocupări sunt în afara domeniului științei.

Îmi reiterez convingerile, citând cuvintele lui Freeman Dyson, un distins om de știință și scriitor, pentru care am o mare admirație: „Ca ființe umane, bâjbâim după cunoaşterea şi înţelegerea straniului univers în care ne-am născut. Avem multe căi de înțelegere, dintre care știința este doar una... Ştiinţa este un anumit set de mijloace care au avut un succes remarcabil în înțelegerea și manipularea universului material. Religia, este un alt set de instrumente care ne dau indicii referitoare la universul mental sau spiritual ce transcende universul material.“[19]

---

[19] F. Dyson, „Religion from the Outside", *The New York Review* (June 22, 2006), 4–8.

În ultimul capitol al acestei cărți, voi analiza problemele istorice și filosofice ce ar putea să nu intereseze pe toți cititorii. Trec în revistă trăsăturile esențiale ale metodei științifice și modul în care acestea au fost greșit interpretate de către unii filosofi influenți din vremea lui Darwin și de după el, ceea ce explică de ce i s-a atribuit lui Darwin mai degrabă teoria evoluției decât teoria selecției naturale.

10

Post-scriptum pentru cunoscători

„În 1837, mi-a venit în minte că ar putea ieși ceva din această problemă [originea speciilor] prin acumularea cu răbdare și analizarea tuturor aspectelor care ar putea avea vreo înrâurire asupra ei."

CHARLES DARWIN,
Originea speciilor, p. 1

În Capitolul 3, afirm că demonstrarea evoluției organismelor nu este cea mai importantă contribuție adusă științei de către Darwin, ci descoperirea de către el a selecției naturale — un proces care explică „proiectul" organismelor și armonioasa lor complexitate, în plus față de schimbarea și diversificarea lor în cursul unor perioade. Subliniez, în continuare, și că descoperirea de către Darwin a selecției naturale este una dintre cele mai importante realizări din istoria intelectuală, deoarece ea a desăvârșit revoluția copernicană prin aducerea în sfera științei a extraordinarelor adaptări ale organismelor și uimitoarea lor diversitate: explicarea prin legi și procese naturale.

Revoluția copernicană reprezintă prima dezvoltare majoră din istoria științei; revoluția lui Darwin este cea de-a doua și cea definitivă. Copernic, Galileo și Newton au adus lumea naturii nevii, de pe Pământ precum și din ceruri, în domeniul științei, excluzând, astfel, explicațiile supranaturale. Darwin a adus lumea vie, cu toată

diversitatea ei și splendidele ei mecanisme, în domeniul științei, făcând inutil recursul la un proiectant care ar trebui să intervină permanent în lumea naturală, cu proiecte care sunt, adesea, imperfecte și, uneori, disfuncționale.

Teoria lui Darwin, după propria sa evaluare, era mai mult teoria selecției naturale decât cea a evoluției. De ce istoria a mutat accentul de pe selecția naturală, proces *cauzativ*, pe evoluție, pe *evenimentele* sau rezultatele procesului? Explicația ne este dată de contextul istoric în care Darwin și-a prezentat descoperirile; de modul în care știința și procesul științific erau înțelese pe vremea lui Darwin și în deceniile următoare. La mijlocul secolului al XIX-lea, în Marea Britanie, dar nu numai, filosofia dominantă era empirismul. Acesta proclama că știința acționează prin „inducție" de la fapte observate, la legi universale de o generalitate tot mai mare. Știința comprehensivă trebuie abordată pas cu pas, prin concluzii și legi care derivă întotdeauna din fapte observate, dar evitând construcțiile raționale sau speculative.

În acest ultim capitol, conturez, mai întâi, procesul inducției, așa cum era el perceput în vremea lui Darwin. Apoi, argumentez că metoda științifică, așa cum era practicată de oamenii de știință, nu este, în esență, un proces de inducție, ci, mai degrabă, constă din două momente. Primul moment este, în primul rând, formularea unei ipoteze; al doilea moment este testarea experimentală a ipotezei. Inducția joacă adesea un rol în formularea ipotezelor științifice, precum și în dobândirea altor tipuri de cunoaștere, inclusiv bunul-simț, estetica și filosofia.

Ceea ce diferențiază știința de alte tipuri de cunoaștere este cel de-al doilea moment: testarea empirică a ipotezelor în scopul infirmării sau validării lor, constatând măsura în care predicțiile derivate din ipoteze sunt confirmate prin observații și experimente relevante.

După o scurtă examinare a metodei științifice, trec în revistă practica științifică a lui Darwin, modul în care și-a realizat cercetarea. Subliniez că există o contradicție flagrantă între metodologia lui Darwin și modul în care a descris-o când a prezentat-o publicului. Cercetările experimentale ale lui Darwin și cărțile în care le-a prezentat sunt eforturi neprecupețite de testare a ipotezei selecției naturale, tocmai prin studierea unor cazuri în care părea cel mai puțin probabilă obținerea ei, ca la orhidee, scoici și râme. Oricum, publicului i-a declarat că a urmat regulile inducției.

În cele din urmă, examinez sumar metoda științifică folosită de Gregor Mendel, un contemporan mai tânăr al lui Darwin, care a descoperit teoria eredității biologice. Practica științifică a lui Mendel a fost, de asemenea, direcționată spre dezvoltarea unei ipoteze, a unei teorii a eredității și, apoi, spre testarea ei. Totuși, descoperirile sale au devenit cunoscute mai degrabă ca „legi" ale eredității, decât ca „teorie" a eredității. Ca și în cazul lui Darwin, contemporanii au privit descoperirile lui Mendel mai curând ca o inducere a unor legi generale pe baza unor fapte observate, decât ca o construcție a unei teorii puternice, așa cum era teoria lui Mendel. Mendel a inventat experimente ingenioase pentru a-și testa teoria. După decenii, teoria eredității formulată de Mendel (cu unele modificări și multe adăugiri) a inspirat numeroase dezvoltări și a rămas baza geneticii, cu siguranță, una dintre cele mai pline de succes discipline științifice din

secolul XX și până în prezent. Teoria eredității formulată de Mendel este extrem de relevantă pentru mesajul acestei cărți, întrucât ea a oferit „veriga lipsă" din teoria lui Darwin, a evoluției prin selecție naturală.

Inducție și empirism

Este bine cunoscută concepția eronată că știința progresează prin acumularea de fapte experimentale și prin deducerea din ele a unor legi generale. Această concepție eronată este cuprinsă în mult repetata afirmație că știința este inductivă, o noțiune ce aparține omului politic și eseistului Francis Bacon (1561–1626). Bacon a avut un rol important și a influențat crearea științei moderne prin critica sa la adresa speculațiilor metafizice predominante ale filosofilor scolastici medievali. În secolul al XIX-lea, adeptul cel mai ferm și mai influent al inductivismului a fost John Stuart Mill (1806–1873), filosof și economist englez.

Inducția a fost propusă de Bacon și Mill ca metodă de obținere a „obiectivității", evitând preconcepțiile subiective și de obținere a cunoașterii „empirice" în defavoarea celei abstracte sau metafizice. În forma sa extremă, acest demers ar însemna că un om de știință ar trebui să observe orice fenomen pe care îl întâlnește în experiența sa și să înregistreze observațiile fără vreo preconcepție, în privința adevărului lor. Este de așteptat ca, în cele din urmă, adevărurile cu validitate universală să iasă la suprafață, ca rezultat al implacabilei acumulări de observații lipsite de prejudecăți. Metodologia propusă poate fi exemplificată, după cum urmează. Un om de știință, care măsoară și înregistrează orice lucru care îi iese în cale, observă un copac cu frunze. El

observă că și un al doilea copac și un al treilea și mulți alții au frunze. În cele din urmă, el formulează afirmația universală: „Toți copacii au frunze."[1]

Metoda inductivă a avut succes, potrivit lui Bacon, întrucât cunoașterea a urcat pe „scara intelectului", de la observații minore, dar atente, la concluzii generale care trebuiau să fie adevărate, pentru că se întemeiau pe observările directe ale naturii. Mill nu a recunoscut raționamentul deductiv ca o sursă a cunoașterii. Mai degrabă, el considera că toate propozițiile valide sunt fie expozeuri ale experienței, fie generalizări ale experienței. El chiar a pretins că propozițiile matematicii sunt simple generalizări empirice la scară foarte mare. Deducția logică nu produce o nouă cunoaștere. Inferența rațională înseamnă, pur și simplu, inferență verbală explicativă.

Dar Mill greșea: teoriile științifice nu se stabilesc prin inducție. Metoda inductivă nu explică procesul real al științei. În primul rând, niciun om de știință nu lucrează fără vreun plan preconceput, privitor la tipul de fenomene pe care dorește să le observe. Oamenii de știință aleg pentru studiu obiecte sau evenimente care, în opinia lor, ar putea să le ofere răspunsuri la întrebările care îi preocupă. Altfel, după cum scria Darwin: „Un om ar putea la fel de bine să intre într-o groapă cu pietriș, să numere pietricelele și să le descrie culorile."[2] Un om de știință, al cărui scop ar fi acela de a înregistra

---

[1] Cea mai cunoscută lucrare filosofică a lui J.S. Mill este *System of Logic* (1843). Propria sa teorie a cunoașterii a fost ulterior dezvoltată în lucrarea sa *Examination of Sir William Hamilton's Philosophy* (1865).

[2] F. Darwin, *More Letters of Charles Darwin*, 2 volume (Londra: Murray, 1903), vol. 1, 195.

cu atenție evenimentele observate în toate momentele vieții sale conștiente, fără a se concentra pe cele care l-ar interesa, nu ar contribui la progresul științei; mai mult ca sigur, el ar fi considerat nebun de către colegii săi.

Mai mult, inducția nu atinge adevăruri universale. Indiferent de câte observații singulare s-ar acumula, nicio afirmație universală nu poate fi derivată logic dintr-o astfel de acumulare. Chiar dacă toți copacii observați până acum au frunze sau dacă toate lebedele observate sunt albe, rămâne totuși o posibilitate logică ca următorul copac să nu aibă frunze sau ca următoarea lebădă să nu fie albă. Pasul de la numeroasele afirmații singulare la una universală implică amplificarea logică. Afirmația universală are un conținut logic mai mare — ea spune mai multe — decât suma tuturor afirmațiilor singulare.

O altă dificultate logică serioasă, legată de ideea că inducția este „singura" metodă a științei, constă în aceea că ipotezele și teoriile științifice sunt formulate în termeni abstracți care nu apar deloc în descrierea evenimentelor empirice. Mendel, fondatorul geneticii, a observat la urmașii plantelor hibride că trăsăturile alternative erau segregate de anumite proporții. Observații repetate asupra acestor proporții nu ar fi dus niciodată, inductiv, la „observarea" „factorilor" (numiți acum „gene"), formulați în ipoteza sa sau la prezența și segregarea lor în celulele sexuale. Genele nu au fost observate și, de aceea, nu puteau fi incluse în afirmații care să reflecte ceea ce a observat Mendel. Cele mai interesante și fertile ipoteze nu sunt simple generalizări. În schimb, ipotezele științifice sunt creații ale minții, sugestii imaginative a ceea ce ar putea fi adevărat.

Inducția eșuează la toate cele trei aspecte subliniate. Nu este o metodă care asigură obiectivitate și înlătură preconcepțiile; nu este o metodă de a ajunge la adevăruri universale și nici nu este o bună descriere a procesului prin care oamenii de știință formulează ipoteze și alte forme de cunoaștere științifică. Este altceva faptul că un om de știință ar putea avea o idee nouă sau ar putea dezvolta o ipoteză ca și consecință a unor observații repetate ale unor fenomene ce ar putea fi similare sau ar putea avea în comun anumite trăsături. Dar modul în care avem o nouă idee este destul de aparte față de acceptarea unei idei sub forma unei cunoașteri științifice stabilite. Voi reveni ulterior asupra acestui subiect.

Știința considerată cunoaștere

Trei trăsături caracteristice sunt cele care, împreună, fac distincția între cunoașterea științifică și alte forme de cunoaștere.[3] În primul rând, știința caută organizarea *sistematică* a cunoașterii lumii. Bunul-simț oferă cunoașterea fenomenelor naturale și această cunoaștere este adesea corectă. De exemplu, bunul-simț ne spune că progeniturile se aseamănă părinților și că sămânța bună dă roade bogate. Totuși, bunul-simț manifestă un interes redus pentru stabilirea sistematică de conexiuni între fenomene care nu par să fie înrudite. Arta figurativă și literatura imaginativă sunt explorări valide ale cunoașterii lumii, dar arta și literatura, ca și bunul-simț, nu caută explicațiile sistematice ale realităților pe care

---

[3] Vezi F. J. Ayala, „On the Scientific Method, Its Practice and Pitfalls“ *History and Philosophy of the Life Sciences* 16 (1994): 205–240.

le explorează. În contrast, știința se preocupă de formularea de legi și teorii generale care evidențiază modele relaționale între tipuri foarte diferite de fenomene. Știința se dezvoltă prin descoperirea de relații noi și, în special, prin integrarea afirmațiilor, legilor și teoriilor care anterior păreau să fie fără legătură, în legi și teorii mai coerente.

În al doilea rând, știința se străduiește să explice *de ce* au loc evenimentele. Cunoașterea dobândită în cursul unei experiențe obișnuite sau a uneia estetice este adesecori precisă, dar rareori ea oferă explicații ale modului în care au loc fenomenele. Experiența practică ne spune că progeniturile se aseamănă cu un părinte în ceea ce privește unele trăsături, și cu celălalt, în ceea ce privește altele, sau că îngrășămintele naturale sporesc recolta. Poezia, muzica și arta reprezentativă oferă perspective profunde și pline de înțeles ale naturii umane și ale semnificației vieții și lumii. Dar nici cunoașterea obișnuită, nici experiența estetică nu oferă o valoare explicativă cunoașterii. Pe de altă parte, știința caută să formuleze explicații pentru fenomenele naturale prin identificarea condițiilor care le provoacă.

Căutarea organizării sistematice a cunoașterii și încercarea de a explica de ce evenimentele sunt așa cum sunt observate sunt două caracteristici care fac distincția între știință și cunoașterea prin bun-simț sau printr-o experiență estetică. Aceste caracteristici există și la alte forme ale cunoașterii sistematice, cum ar fi matematica, filosofia și teologia. O a treia caracteristică a științei, și cea care face distincția între științele empirice și alte forme de cunoaștere sistematice, este aceea că explicațiile științifice trebuie să fie formulate, astfel încât să poată fi supuse unei *testări* empirice, un proces care

trebuie să includă posibilitatea „falsificării empirice", o noțiune pe care o voi explica mai jos.

În știință, ideile noi sunt prezentate sub formă de ipoteze. Acestea sunt constructe mentale, isprăvi imaginative care oferă îndrumare privitor la ceea ce merită să fie observat și care îl încurajează pe omul de știință să caute observații care să le confirme sau să le infirme. Testele la care sunt supuse ideile științifice includ ipoteze comparate cu o lume a experienței care trebuie să lase deschisă posibilitatea ca vreo persoană să respingă o ipoteză anume, dacă aceasta conduce la predicții greșite legate de lumea experienței. Posibilitatea infirmării empirice a unei ipoteze este susținută de asigurarea că anumite predicții au derivat sau nu ca urmări logice ale ipotezelor, în conformitate cu starea de lucruri din lumea empirică. O ipoteză, care nu poate fi supusă posibilității de a fi respinsă prin observație și experiment, nu poate fi considerată științifică. Posibilitatea infirmării empirice a ipotezelor sale a fost denumită de filosoful Karl Popper „criteriul de demarcație" care distinge cunoașterea științifică de alte forme de cunoaștere.[4]

Validarea științifică a cunoașterii

Știința este o activitate complexă care constă, în esență, din două momente interdependente, unul imaginativ sau creativ, iar celălalt, critic. A avea o idee, a avansa o ipoteză sau a sugera ce ar putea fi adevărat este un exercițiu creativ, dar presupunerile sau ipotezele științifice

[4] K.R. Popper, *The Logic of Scientific Discovery* (Londra: Hutchinson, 1959).

trebuie să fie supuse și ele unor examinări critice și testări empirice. Gândirea științifică poate fi caracterizată ca un proces de inventare sau descoperire, urmat de o validare sau confirmare. Un moment are în vedere formularea de idei noi (numite, uneori, „achiziție a cunoașterii"); celălalt se preocupă de validarea lor („justificarea cunoașterii").[5]

Oamenii de știință, ca și alți oameni, au idei noi și dobândesc cunoașterea pe toate căile: din conversația cu alți oameni, din citirea de cărți și ziare, din generalizări inductive și chiar din vise și observații greșite. Se spune că Newton a fost inspirat de un măr care cădea din pom. Chimistul german August Kekulé (1829–1896) a încercat fără succes să inventeze un model pentru structura moleculară a benzenului. Într-o seară el moțăia în fața șemineului. Flăcările i se păreau șiruri de atomi asemănători șerpilor. Deodată, un șarpe părea să-și muște coada și apoi se încolăcea batjocoritor în fața lui. Aspectul circular al imaginii i-a inspirat modelul benzenului ca un ciclu hexagonal. Selecția naturală ca explicație a proiectului i-a venit în minte lui Darwin în timp ce mergea cu trăsura și privea peisajul rural: „Îmi amintesc fiecare porțiune de drum... când, spre bucuria mea, mi-a venit în minte soluția... Soluția, după cum cred eu, este aceea că urmașii modificați...

---

[5] Aceste două „momente" au fost descrise recent, în special, de către specialiștii în biologie moleculară, ca „știință bazată pe descoperire" și, respectiv, „știință condusă de ipoteze". Știința bazată pe descoperire este, uneori, asociată cu „marea știință" și cu activitatea echipelor de cercetare interdisciplinară, în timp ce știința condusă de ipoteze se consideră a fi „mica știință", practicată, în primul rând, de cercetători individuali. În diferite proporții sau grade, știința implică întotdeauna descoperirea și testarea.

tind să se adapteze la locurile multe și foarte diversificate, existente în natură."[6]

Ipotezele și alte isprăvi imaginative sunt stadiul inițial al cercetării științifice. Presupunerea imaginativă a ceea ce ar putea fi adevărat este cea care îndeamnă la căutarea adevărului și dă un indiciu asupra locului în care l-am putea descoperi.[7] Ipotezele ghidează observația și experimentul, întrucât ele sugerează ce să fie observat. Activitatea empirică a oamenilor de știință este ghidată de ipoteze, dacă acestea sunt formulate în mod explicit sau simplu, sub forma unor vagi presupuneri sau intuiții a ceea ce ar putea fi adevărat. Dar presupunerea imaginativă și observația empirică sunt momente reciproc interdependente. Observațiile făcute pentru testarea unei ipoteze sunt, adesea, sursa de inspirație pentru noi presupuneri sau ipoteze. Rezultatele unui experiment inspiră deseori modificarea ipotezei și proiectarea unor noi experimente, pentru a o testa.[8]

---

[6] C. Darwin, *The Autobiography of Charles Darwin (1809–1882)*, editor N. Barlow (Londra: Collins, 1958).

[7] Vezi P.B. Medawar, *The Art of the Soluble* (Londra: Methuen, 1967). Această carte mică reproduce o dezbatere foarte elocventă și profundă referitoare la metoda științifică care favorizează dialogul între două episoade esențiale ale științei: presupuneri și infirmări. Abordarea acestui subiect i-o datorez mult lui Medawar.

[8] Iată modul în care, specialistul în biologie moleculară, François Jacob, descrie procesul în *The Statue Within* (New York: Harcourt, Brace and World, 1964):

> Ceea ce a făcut posibilă analiza multiplicării bacteriofagilor și înțelegerea diferitelor ei stadii, a fost, mai presus de toate, jocul ipotezelor și al experimentelor, al constructelor imaginației și concluziilor care puteau decurge din ele. Pornind de la o anumită concepție asupra sistemului, s-a proiectat un

Punctul de pornire al cercetării științifice este concepcrea unei idei. Procesul creativ nu este totuși exclusiv al oamenilor de știință. Filosofii, ca și romancierii, poeții sau pictorii sunt, de asemenea, creativi; și ei produc modele ale experienței care se generalizează prin inducție. Ceea ce face distincția între știință și alte forme ale cunoașterii este procesul prin care această cunoaștere este justificată sau validată.

Validitatea unei ipoteze depinde de câțiva factori, cum ar fi, dacă are sau nu valoare explicativă (adică face ca fenomenele observate să aibă sens) și dacă este compatibilă cu ipotezele și teoriile general acceptate în domeniul particular al științei, deși unele dintre cele mai mari descoperiri științifice au loc tocmai când se arată că o ipoteză acceptată de marea majoritate este înlocuită de una nouă care explică fenomenele atât prin ipoteza preexistentă, cât și prin fenomene suplimentare. [9]

---

experiment pentru a testa unele aspecte ale acestei concepții. În funcție de rezultate, s-a modificat concepția pentru a se proiecta un alt experiment. Și așa mai departe. Acesta este modul în care funcționează cercetarea în biologie. Contrar a ceea ce credeam odată, progresul științific nu constă în simpla observare, în acumularea de fapte experimentale și în deducerea unei teorii pe baza acestora. El a început cu inventarea unei lumi posibile sau a unui fragment al ei, care apoi a fost comparat, prin experimentare, cu lumea reală. Și tocmai acest dialog constant între imaginație și experiment a fost cel care a permis formarea unei concepții tot mai subtile despre ceea ce numim realitate. (pp. 224–225).

[9] Un exemplu îl constituie înlocuirea mecanicii newtoniene cu teoria relativității, care respinge conservarea materiei și simultaneitatea evenimentelor care au loc la distanță — două principii fundamentale ale teoriei lui Newton. Exemple de acest fel sunt în toate disciplinele care progresează rapid, cum este biologia moleculară. Așa-zisa „dogmă centrală" susținea că informația moleculară se

Trăsătura cea mai distinctivă a procesului științific este nevoia de a verifica fiecare ipoteză științifică prin stabilirea dacă predicțiile referitoare la lumea expe-

transmite numai într-o singură direcție, de la ADN la ARN la proteină. ADN-ul conține informația genetică care determină ce este organismul, dar informația trebuie să fie exprimată în enzime (un fel special de proteine) care dirijează toate procesele chimice din celule. Informația conținută în moleculele de ADN este transmisă proteinelor prin molecule intermediare, numite mesageri ARN. Specialiștii în biologie moleculară, David Baltimore și Howard Temin, au primit Premiul Nobel pentru că au descoperit că informația se poate transmite și în direcția inversă, de la ARN la ADN, prin retrotranscriptază. Ei au arătat că unele virusuri, când infectează celulele, sunt capabile să-și modifice ARN-ul în ADN, care se integrează în ADN-ul celulei infectate, unde este folosit ca și cum ar fi propriul ADN al celulei. (D. Baltimore, „Viral RNA-Dependent DNA Polymerase in Virions of RNA Tumor Viruses", *Nature* 226 [1970]: 1209–1211; H.M. Temin și S. Mizutani, „RNA-Dependent DNA Polymerase in Virions of Itous Sarcoma Virus", *Nature* 226 [1970]: 1211–1213).

Un alt exemplu: mulți ani s-a considerat că doar proteinele cunoscute ca enzime pot media (în limbaj tehnic, „cataliza") reacțiile chimice din celule. Totuși, Thomas Cecil și Sidney Altman, specialiști în biologie moleculară, au primit Premiul Nobel în 1989, pentru că au arătat că anumite molecule ARN acționează ca enzime și își catalizează propriile reacții (T.R. Cech, „Self-splicing RNA: Implications for Involution", *International Review of Cytology* 93 [1985]: 3–22).

Aceste ipoteze revoluționare au fost publicate după ce autorii lor le-au suspus unor riguroase teste empirice. Teoriile care nu corespund cu ipotezele acceptate în disciplina relevantă, e posibil să fie ignorate când nu sunt însoțite de dovezi empirice convingătoare. Microistoria științei este maculată de ipoteze minore sau de circumstanță, propuse adesea de indivizi fără realizări științifice anterioare sau ulterioare. Teoriile de acest fel dispar, de obicei, căci sunt ignorate de majoritatea comunității științifice, deși, ocazional, suscită interesul comunității, ca urmare a publicității făcute prin mass-media sau prin cercurile politice și religioase. Suscitarea atenției asupra „fuziunii la rece" de acum câțiva ani este un exemplu de ipoteză

rienței, derivate din ipoteze, concordă sau nu cu ceea ce este observat. Cerința ca ipotezele științifice să fie falsificate empiric, este elementul critic ce face distincția între științele empirice și alte forme ale cunoașterii. Ipotezele științifice nu pot fi compatibile cu toate stările de lucruri din lumea empirică. O ipoteză este științifică numai dacă este compatibilă cu unele stări de lucruri, dar nu și cu altele posibile, încă neobservate în lume, astfel încât să poată fi supusă posibilității de a fi falsificată prin observare. Predicțiile derivate dintr-o ipoteză științifică trebuie să fie suficient de precise, astfel încât să limiteze seria de observații posibile cu care sunt compatibile. Dacă rezultatele unui test empiric sunt în acord cu predicțiile derivate dintr-o ipoteză, se spune că ipoteza este confirmată temporar; altfel, este infirmată. O ipoteză care nu este subiect de infirmare empirică, nu aparține domeniului științei.[10]

Oamenii de știință capătă încredere în validitatea unei ipoteze când eforturile susținute — observații și experimente — de infirmare a ipotezei eșuează. Încrederea într-o anumită ipoteză crește tot mai mult când și alte ipoteze sunt construite pe baza respectivei ipo-

---

neverosimilă și insuficient testată, care a fost luată în seamă într-o oarecare măsură de comunitatea științifică, deoarece era avansată de oameni de știință bine cotați. (Nefericiții protagoniști ai eșecului fuziunii la rece sunt Martin Fleishmann și B. Stanley Pons. Povestea este bine relatată de G. Taubes, *Bad Science: The Short Life and Weird Times of Cold Fusion* [New York: Random House, 1993])

[10] Popper 1959, *The Logic of Scientific Discovery*, a se vedea, de asemenea, K.R. Popper, *Conjectures and Refutations – The Growth of Scientific Knowledge* (Londra: Routledge și Kegan Paul, 1963); G.C. Hempel, *Aspects of Scientific Explanation* (New York; Free Press, 1965).

teze, și aceste ipoteze noi trec, la rândul lor, testul observării și al experimentării.

Darwin și empirismul

Modelul practicii științifice pe care l-am schițat este evident în practica eminenților oameni de știință care au testat experimental predicțiile derivate din teoriile lor științifice. Exemple din secolul al XVII-lea sunt legile mișcării ale lui Galileo Galilei (1564–1642), teoria circulației sângelui a lui William Harvey (1578–1657), explicarea presiunii atmosferice a lui Blaise Pascal (1623–1662) și teoriile mecanicii și opticii ale lui Isaac Newton (1642–1727); în secolul al XVIII-lea, teoria oxidării a lui Antoine-Laurent Lavoisier (1743–1794); și printre biologii secolului al XIX-lea, Claude Bernard (1813–1878), Louis Pasteur (1822–1895) și Gregor Mendel (1822-1884), dar și Darwin însuși, după cum vom vedea. Totuși, în special, în țările anglofone, a existat adesea o separație între ceea ce făceau efectiv oamenii de știință și ceea ce pretindeau că fac, ei dorind să vină în întâmpinarea unor eminenți filosofi contemporani de orientare empirică. Este notabil cazul lui Newton, cel mai mare teoretician între toți oamenii de știință, care a declarat *hypoteses non fingo* („Eu nu fabric ipoteze.“)

În *Autobiografia* sa, Darwin afirmă că s-a ocupat „de adevăratele principii ale lui Bacon și, fără a avea vreo teorie, el a adunat fapte la întâmplare.“[11] Paragraful de început al *Originii speciilor*, citat parțial la începutul

[11] C. Darwin, *Autobiography*, 119.

acestui capitol, transmite aceeași impresie. Permiteți-mi să reiau citatul de la începutul paragrafului:

> Pe când mă aflam ca naturalist la bordul lui H.M.S. *Beagle*, am fost uimit de anumite fapte în distribuția locuitorilor din America de Sud și în relațiile geologice ale actualilor locuitori și ale celor din trecut de pe acest continent. Aceste fapte îmi părea că aruncă o oarecare lumină asupra originii speciilor — acel mister al misterelor, după cum a fost numit de către unul dintre marii noștri filosofi. La întoarcerea acasă, în 1837, mi-a venit în minte că ar putea ieși ceva din această problemă, prin *acumularea cu răbdare și analizarea tuturor aspectelor care ar putea avea vreo înrâurire asupra ei*. După o muncă de cinci ani, mi-am permis să fac speculații pe acest subiect și am făcut câteva însemnări; pe acestea, le-am extins în 1844 într-o schiță a concluziilor, ce mi se păreau probabile atunci: din acea perioadă și până în ziua de azi, am urmat cu consecvență același lucru.[12]

Darwin a afirmat și în alte scrieri ale sale că a urmat canonul inductivismului.

Totuși, faptele sunt foarte diferite de aceste afirmații. Însemnările și corespondența privată a lui Darwin arată că el a ajuns la ipoteza selecției naturale în 1837, cu câțiva ani înainte de a afirma că și-a permis pentru prima dată „să facă speculații pe acest subiect." Între întoarcerea vasului *Beagle*, la 2 octombrie 1836, și publicarea *Originii speciilor*, în 1859 (și, într-adevăr, până la sfârșitul vieții sale), Darwin a urmat neabătut dovezile empirice pentru a-și testa teoria selecției naturale și a confirma originea evolutivă a organismelor, în sprijinul teoriei sale.

---

[12] C. Darwin, *On the Origin of Species* (vezi nota 1, Capitolul 3), 1 (sublinierea autorului).

De ce această neconcordanță între ceea ce făcea Darwin și ceea ce afirma el? Există cel puțin două motive. Primul, în spiritul vremii, „ipoteză“ era adesea ori un termen rezervat speculațiilor metafizice fără substanță empirică, după cum se vede din maxima lui Newton, citată mai sus. Și Darwin și-a exprimat aversiunea și chiar disprețul față de ipotezele netestabile empiric. El scria despre Herbert Spencer: „Maniera sa deductivă de tratare a oricărui subiect este cu totul opusă tipului meu de gândire. Concluziile sale nu mă conving niciodată... Generalizările sale fundamentale (care, ca importanță, au fost comparate de către unii cu legile lui Newton!) despre care aș îndrăzni să spun că ar putea fi foarte valoroase din punct de vedere filosofic, sunt de așa natură că nu mi se par de vreo folosință științifică anume. Ele fac parte mai mult din natura definițiilor decât din legile naturii. Ele nu mă ajută să *prezic ceea ce se va întâmpla* în vreo situație anume.“[13]

Mai există un motiv, unul tactic, pentru care Darwin a pretins că a urmat canoanele inductive: el nu voia să fie acuzat de o tendință subiectivă în evaluarea dovezilor empirice. Adevărul în ceea ce-l privește pe Darwin apare într-o scrisoare adresată unui tânăr om de știință, în 1863: „Ți-aș sugera avantajul de a fi foarte reținut în introducerea teoriei în lucrările tale (eu am greșit mult în geologie, în acest fel): *lasă teoria să-ți ghideze observațiile*, dar până când nu vei avea o reputație solidă, fii rezervat în publicarea teoriei. Oamenii se pot îndoi de observațiile tale.“[14]

---

[13] C. Darwin, *Autobiography,* 109 (sublinierea autorului).

[14] *F. Darwin, More Letters of Charles Darwin,vol.* 2, 323 (cursiv în original). A se vedea D. Hull, *Darwin and His Critics* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1973).

Darwin a respins pretenția inductivistă, că observațiile nu ar trebui să fie ghidate de ipoteze. Afirmația pe care am citat-o mai sus „un om ar putea la fel de bine să intre într-o groapă cu pietriș, să numere pietricelele și să le descrie culorile", este urmată de această remarcă elocventă: „Cât de ciudat ar fi ca [o persoană] să nu-și dea seama că toate observațiile trebuie să fie pro sau contra unei viziuni, pentru ca ele să fie de vreun folos!"[15] El și-a dat seama de rolul euristic al ipotezelor, care ghidează cercetarea empirică prin faptul că ne spune ce merită să fie observat, ce dovadă trebuie căutată. El mărturisește: „Nu pot evita să nu formulez una [ipoteză] pe orice subiect."[16]

Cei care îl studiază pe Darwin în prezent constată din plin că Darwin a fost un excelent practician al metodei științifice ipotetico-deductive.[17] Darwin a avansat ipoteze în multiple domenii, inclusiv în geologie, morfologia și fiziologia plantelor, psihologie și evoluție și și-a supus ipotezele testelor empirice. „Linia argumentării pe care am urmat-o adesea în teoria mea constă în stabilirea unui punct ca probabilitate prin inducție și aplicarea lui ca ipoteză la alte părți, pentru a vedea dacă le rezolvă."[18] Darwin a recunoscut că infir-

---

[15] F. Darwin, *More Letters of Charles Darwin,* vol. 1,195.

[16] C. Darwin, *Autobiography,* 141.

[17] Vezi, de exemplu, G. De Beer, *Charles Darwin, A Scientific Biography* (Garden City, NY: Doubleday, 1964); M. T. Ghiselin, *The Triumph of the Darwinian Method* (Berkeley, CA: University of California Press, 1969); Hull, *Darwin and His Critics;* E. Mayr, „Introduction" in C. Darwin, *On The Origin of Species* (a se vedea nota 1, Capitolul 3). A se vedea și Ayala, „On the Scientific Method" (nota 3, mai sus).

[18] C. Darwin, „Darwin's Notebooks on Transmutation of Species", editor G. De Beer, *Bulletin of the British Museum (Natural History)* 2 (1960): 23-200 (în special pagina 142).

marea ipotezelor aparent valabile, contribuie la progresul științei: „Faptele false sunt foarte dăunătoare progresului științei, întrucât ele persistă, adesea, mult timp; dar concepțiile greșite, dacă sunt susținute de unele dovezi, sunt mai puțin dăunătoare, căci fiecare simte o mare plăcere să le dovedească falsitatea; și când se întâmplă aceasta, eroarea e blocată și drumul către adevăr este, deseori, deschis simultan."[19]

Poate exista o mică îndoială că selecția naturală și alte procese cauzale ale evoluției sunt cercetate prin formularea și testarea empirică a ipotezelor. Studiul istoriei evoluției se bazează, de asemenea, pe formularea de ipoteze testabile empiric. Iată un singur exemplu: Mulți ani, specialiștii și-au propus ca linia descendenței care conduce la om să fie separată de linia care conduce la maimuțele mari (cimpanzei, gorile, urangutani), înainte ca liniile maimuțelor mari să se separe una de cealaltă. Unii autori contemporani au sugerat, în schimb, că omul și cimpanzeul sunt mai înrudiți unul cu celălalt decât este cimpanzeul cu gorila sau cu urangutanul. Multe predicții empirice pot fi derivate logic din aceste ipoteze concurente. O predicție se referă la gradul de similaritate între ADN-ul și proteinele acestor specii. Se știe că ADN-ul și proteinele se acumulează treptat, în timp. Dacă vechea ipoteză este corectă, cantitatea medie de ADN și diferențierea proteinelor ar trebui să fie mai mare între om și maimuțele mari, decât este între acestea. Pe de altă parte, dacă ipoteza recentă este corectă, omul și cimpanzeul ar trebui să prezinte asemănări mai mari decât oricare dintre ele cu

[19] C. Darwin, *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (Londra: Murray, 1871; a doua ediție, 1889), 606. Vezi și nota 9.

celelalte maimuțe. Aceste predicții alternative oferă o testare empirică, critică a ipotezelor. Datele disponibile favorizează cea de-a doua ipoteză. Omul și cimpanzeul par să fie înrudiți mai îndeaproape unul cu celălalt, decât sunt cu gorila sau cu urangutanul.

O paradigmă istorică: teoria geneticii a lui Mendel

Înainte de a încheia acest capitol, vreau să abordez cazul lui Gregor Mendel care a formulat teoria pe care s-a construit genetica modernă. Povestea lui Mendel este relevantă aici din două motive: primul, ca este asemănătoare cu cea a lui Darwin, prin aceea că principala sa realizare a fost interpretată ca formulare a unor legi, obținute mai degrabă prin generalizare inductivă, decât ca teoria sa privitoare la ereditatea biologică. În al doilea rând, Mendel, după cum am scris în cartea de față, a oferit veriga lipsă din teoria selecției naturale a lui Darwin. Aceasta îmi permite să presupun, chiar la sfârșitul acestui capitol, că, dacă teoria lui Mendel ar fi fost cunoscută pe vremea lui Darwin (ea a fost publicată în 1866, la șapte ani după publicarea *Originii speciilor*, dar a devenit larg cunoscută oamenilor de știință abia la începutul secolului XX), teoria selecției naturale a lui Darwin ar fi fost rapid acceptată de către oamenii de știință și poate că, astfel, antagonismul între creaționiști și evoluționiști ar fi putut fi, cel puțin parțial, evitat.

Mendel a întreprins experimente care au evidențiat regularități sau „legi" în transmiterea trăsăturilor de la părinți la urmași. Pe baza acestor observații, el a formulat o teorie a eredității, pe care a testat-o prin experimente critice, inteligente. Descoperirile lui Mendel au devenit cunoscute în secolul XX, în principal, nu ca o

teoric a eredității, ci ca „legi“ ale eredității. Empirismul dominant și influența sa pernicioasă în practica și în pregătirea teoretică a oamenilor de știință au fost cauza acestei distorsiuni care persistă în actualele manuale de genetică. (Mă grăbesc să adaug că predarea „legilor lui Mendel“ nu i-a împiedicat pe geneticieni să-și practice știința prin avansarea de ipoteze și testarea lor experimentală.)

Gregor Mendel era un călugăr augustinian care locuia în orașul austriac Brünn (acum Brno, Republica Cehă). Mendel a abordat problema eredității biologice și a avut succes acolo unde cunoscuți și distinși oameni de știință eșuaseră. El a făcut experimente pe mazăre și și-a publicat descoperirile într-un ziar, în 1866, sub titlul „Experimente în hibridizarea plantelor“, o lucrare remarcabilă pentru conștiinciozitatea cu care a respectat cerințele metodei științifice.[20] Mendel a formulat ipoteze, le-a examinat compatibilitatea cu unele rezultate anterioare și apoi le-a supus unor teste critice riguroase, sugerând teste suplimentare care ar putea fi făcute.

Geniul lui Mendel este evident în recunoașterea de către el a condițiilor necesare formulării și testării unei teorii a eredității: trăsăturile diferite ale unei plante

---

[20] Lucrarea lui Mendel, scrisă în limba germană, a fost retipărită în traducere engleză în numeroase publicații. Cea pe care o citez face parte din E.W. Sinnot, L.C. Dunn, și Th. Dobzhansky, *Principles of Genetics* (New York: McGraw-Hill, 1958), Apendice, 419-443. O scurtă biografie a lui Mendel, precum și o ediție comentată a clasicei sale opere pot fi găsite la A.F. Corcos și F.V. Monaghan, *Gregor Mendel's Experiments on Plant Hybrids. A Guided Study* (New Brunswick, NJ: Rutgers University Press, 1993). O biografie demnă de încredere este V. Orel, *Gregor Mendel, the First Geneticist* (Oxford: Oxford University Press, 1996).

(cum ar fi culoarea florii sau forma seminței) ar trebui luate în considerare individual, stările alterative ale trăsăturilor ar trebui să difere clar (cum ar fi culoarea albă și cea mov a florii) și obârșia plantelor ar trebui cunoscută exact, prin utilizarea exclusivă a soiurilor pure în experimente. Inferențele preliminare ale lui Mendel („legile" sale) au fost formulate în termeni probabilistici; de aceea, el a obținut mostre mari și le-a supus unor analize statistice.

Mendel a studiat transmiterea a șapte trăsături la mazărea de grădină (*Pisum sativum*), printre care și culoarea seminței (galben *vs.* verde) și a florii (alb *vs.* mov), aspectul seminței (rotundă *vs.* cutată) și talia plantei (înaltă *vs.* pitică). Prima lui serie de experimente a fost cu plante care se deosebeau printr-o singură trăsătură. Rezultatele l-au condus la generalizări formulate ca „legi": doar una dintre cele două trăsături (trăsătura „dominantă", de exemplu, sămânța galbenă) apare la prima generație de urmași. După autofertilizare, trei pătrimi din urmașii celei de-a doua generații are trăsătura dominantă, și o pătrime o are pe cealaltă (trăsătura „recesivă", de exemplu, sămânța verde). Plantele din a doua generație, care prezintă trăsătura recesivă, produc soiuri pure în următoarea generație (adică, toate plantele cu semințe verzi produc plante cu semințe verzi), dar plantele care au trăsătura dominantă sunt de două feluri — o treime soiuri pure (adică, o treime din plantele cu sămânță galbenă produc numai plante cu semințe galbene), celelalte două treimi sunt hibrizi (adică produc atât plante cu semințe galbene, cât și plante cu semințe verzi). Mendel a testat aceste observații prin repetarea experimentelor sale pentru fiecare dintre cele șapte caractere. Generalizarea

ulteioară a fost rezumată într-un principiu, numit apoi, legea segregării genelor: plantele hibride produc semințe care sunt jumătate soiuri hibride, o pătrime soiuri pure cu trăsătura dominantă și o pătrime soiuri pure cu trăsătura recesivă.

Studierea urmașilor încrucișării plantelor evidențiind două trăsături (de exemplu, semințe rotunde și galbene la un părinte, semințe verzi și zbârcite, la celălalt) l-au condus la formularea unei a doua generalizări, numită ulterior, legea asortării independente: „Principiul se aplică la urmașii hibrizilor în care sunt combinate câteva caractere ce diferă esențial,... relația fiecărei perechi de caractere diferite în unirea dintre hibrizi este independentă de alte diferențe în cele două stocuri parentale inițiale." El a confirmat acest principiu prin examinarea urmașilor unor plante care diferă prin trei sau patru trăsături. El a anticipat corect și a confirmat prin experimente că în descendenții plantelor hibride cu *n* caractere vor fi 3^n clase diferite de plante.

Formularea și testarea experimentală a celor două principii ocupă doar prima jumătate a lucrării lui Mendel. La mijlocul ei, Mendel avansează ceea ce el numește, pe drept cuvânt, o „ipoteză" sau teorie care explică rezultatele anterioare și cele două legi. Cea de-a doua jumătate a lucrării este consacrată derivării predicțiilor din teorie și testării lor.

Teoria eredității a lui Mendel conține următoarele elemente: (1) pentru fiecare caracter, în orice plantă, fie aceasta hibrid sau nu, există o pereche de factori ereditari („gene"); (2) acești doi factori sunt moșteniți, câte unul de la fiecare părinte; (3) cei doi factori ai fiecărei perechi se separă în timpul formării celulelor sexuale, astfel că fiecare celulă sexuală primește un singur fac-

tor; (4) fiecare celulă sexuală primește unul dintre cei doi factori ai unei perechi cu o probabilitate de o jumătate; (5) factorii alternativi pentru diferite caractere se asociază la întâmplare, în formarea celulelor sexuale.

Meritul lui Mendel, unul dintre cei mai mari oameni de știință ai tuturor timpurilor, îi revine, în special, pentru această formulare a teoriei eredității. Mendel a conștientizat statutul epistemologic al propunerii sale, și anume cel de ipoteză care necesita confirmare experimentală. Imediat după formularea teoriei pe care am rezumat-o în paragraful anterior, Mendel a scris: „Această ipoteză ar fi suficientă pentru a explica dezvoltarea hibrizilor în generații separate", adică ipoteza era compatibilă cu experimentele sale anterioare. Dar aceasta nu era suficient, după cum el însuși a recunoscut, atâta timp cât teoria fusese creată pentru a se potrivi cu rezultatele. Erau necesare noi teste. El scrie „pentru a aduce aceste presupuneri la o dovadă experimentală, au fost făcute următoarele experimente." Testele sunt două serii de experimente ingenioase, în special, așa-numitele „back-crosses" care anticipează, dacă teoria sa este corectă, o distribuire a caracterelor la urmași în proporții radical diferite de cele pe care le observase anterior. El a efectuat aceste experimente, și rezultatele i-au confirmat elementele cheie ale teoriei.

Totuși, Mendel a intrat în istorie, mai ales datorită empirismului, decât ca descoperitor al celor două „legi" ale eredității: „legea segregării" și „legea sortării independente", validate prin observații repetate, decât ca adept al unei teorii a moștenirii biologice pe care a confirmat-o corespunzător și care a rămas, la drept vorbind, miezul teoriei moderne a geneticii.

Epilog: O notă de subsol istorică

Istoria abundă în note de subsol care arată cum evenimente comune ar fi putut schimba cursul istoriei, dacă s-ar fi întâmplat într-un mod diferit. Un eveniment care îi implică pe Darwin și pe Mendel este unul dintre acestea. În Capitolul 4, am subliniat că „veriga lipsă" în teoria selecției naturale, a lui Darwin, era absența unei teorii adecvate a eredității. Teoriile eredității răspândite în secolul al XIX-lea, inclusiv „ipoteza provizorie a pangenezei"[21] a lui Darwin, nu erau compatibile cu propria teorie a selecției naturale. Totuși, pe vremea lui Darwin, la mai puțin de zece ani după publicarea *Originii speciilor*, Gregor Mendel a formulat o teorie a eredității, ale cărei principii sunt valabile și în prezent, și care era compatibilă cu explicația dată de Darwin pentru proiectul biologic și evoluția prin selecție naturală.

Mendel a aflat pentru prima dată despre teoria lui Darwin, cel mai probabil, în 1861, când K. Schwippel a citit la Brno „On the geological succession of organic beings."[22] O traducere germană a *Originii* a fost achiziționată în 1862 de către Societatea pentru Științele Naturii din Brno, unde Mendel participa activ la ședințele lunare și unde, trei ani mai târziu, în 1865, își va prezenta lucrarea „Versuche über Pflanzenhybriden", publicată anul următor în Buletinul Societății. Un exemplar din ediția a doua în limba germană a *Originii*,

[21] Încercarea lui Darwin de a explica ereditatea biologică este prezentată în volumul al doilea al lucrării sale *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (vezi nota 3, Capitolul 4, mai sus).

[22] Vitezslav Orel, *Gregor Mendel, The First Geneticist* (Oxford: Oxford University Press, 1996), 191.

publicată în 1863, a fost cumpărat de către Mendel și conține adnotări. Există adnotări făcute de Mendel și în propriul exemplar al traducerii germane, publicate în 1868, a cărții lui Darwin, *Variation in animals and plants under domestication*. Adnotările sunt destul de ample la volumul al doilea, în care Darwin dezvoltă propria sa ipoteză a pangenezei.[23] Mendel subliniază în mod repetat greșelile majore ale explicației propuse de Darwin, și anume că fiecare organ adult produce particule minuscule, pe care Darwin le numea „gemule", reprezentative pentru trăsăturile particulare ale organului. Potrivit teoriei lui Darwin, particulele din diferite organe se concentrează în celulele sexuale și sunt transmise urmașilor. O eroare capitală a acestei teorii, în ceea ce privește selecția naturală, este aceea că orice diferență între părinți s-ar înjumătăți la fiecare generație, astfel că avantajarea de către selecția naturală a unei noi variante s-ar reduce cu fiecare generație și, practic, ar dispărea.

Avem toate motivele să presupunem că Darwin ar fi înțeles semnificația teoriei eredității a lui Mendel, care implică disjuncția trăsăturilor parentale în hibrizi, dacă ar fi rezolvat acest dezacord important din teoria sa.[24]

---

[23] *Ibid.*, 191–199.

[24] Acest celebru dezacord a fost remarcat, în 1867, de către Fleeming Jenkin, profesor de ingenierie, în *The North British Review*. Darwin anticipase în 1838, în lucrarea sa Transmutation Notebook C, problema care rezulta din ereditatea combinată. Dar Darwin nu cunoștea o altă alternativă nici în 1868. Cu calm, dar neconvingător, el a încercat să ocolească problema, făcând distincție între variațiile care apar la un singur individ și cele care ar putea apărea simultan la mai mulți indivizi din aceeași populație. Acestea din urmă ar permite împerecherea între indivizi purtători ai aceleiași variante avantajoase, evitând astfel atenuarea determinată de ereditatea încrucișată.

Se pare, sau așa s-a spus în mod repetat, că Mendel îi trimisese lui Darwin o reeditare a lucrării sale despre hibridizare, care totuși a fost găsită nedeschisă în biblioteca lui Darwin, după moartea sa. Ceea ce nu este deloc surprinzător. Deși Mendel coresponda cu unii dintre cei mai mari botaniști contemporani cu el de pe continent, printre care de remarcat este Carl Näegeli (1817–1891), el era aproape un necunoscut pentru oamenii de știință britanici și, bineînțeles, pentru Darwin.

Istoria biologiei ar fi fost diferită în mod semnificativ dacă Darwin ar fi citit lucrarea lui Mendel. Teoria lui Darwin a selecției naturale a fost pusă sub semnul întrebării de către mulți sau a fost chiar ignorată, la sfârșitul secolului al XIX-lea și în primele decenii ale secolului XX, în mare parte din cauza incompatibilității sale cu ideile de atunci, referitoare la moștenirea biologică.[25] În cele din urmă, după redescoperirea lucrării lui Mendel, s-a arătat că selecția naturală era compatibilă cu ereditatea biologică. E de presupus că, dacă Darwin ar fi încorporat teoria lui Mendel în propria sa teorie, selecția naturală ar fi fost general acceptată mult mai devreme decât s-a întâmplat. Dacă o acceptare timpurie a teoriei lui Darwin de către majoritatea comunității științifice ar fi împiedicat sau nu apariția antagonismul dintre evoluție și religie, nu putem spune.

Oricum, această posibilitate speculativă ar putea fi un bun punct de vedere cu care să-mi închei propriile

---

[25] R.L. Numbers, *Darwinism Comes to America* (Cambridge, MA, și Londra: Harvard University Press, 1998); P.J. Bowler, *The Non-Darwinian Revolution. Reinterpreting a Historical Myth* (Baltimore și Londra: Johns Hopkins University Press, 1988).

eforturi de a-i convinge atât pe credincioși, cât și pe ceilalți cititori că nu trebuie să existe vreun antagonism între evoluție și convingerile religioase. Credincioșii ar putea vedea prezența lui Dumnezeu în acțiunile naturii și în puterile creative ale selecției naturale, observate pentru prima dată de Darwin. „Există grandoare în această perspectivă a vieții."[26]

Teoria evoluției transmite o șansă și un imperativ, intricate în urzeala vieții; hazardul și determinismul s-au îmbinat într-un proces natural care a dat naștere celor mai complexe, mai diverse și minunate entități din univers: organismele care populează Pământul, inclusiv oamenii care gândesc și iubesc, dotați cu liber-arbitru și puteri creative și capabili să analizeze procesul însuși al evoluției care le-a dat viață. Aceasta este descoperirea fundamentală a lui Darwin, aceea că există un proces care este creativ, fără a fi conștient. Și aceasta este revoluția conceptuală pe care a împlinit-o Darwin: ideea că proiectul organismelor vii poate fi explicat, ca un rezultat al proceselor naturale guvernate de aceste legi. Aceasta nu este altceva decât o viziune fundamentală care a schimbat pentru totdeauna modul în care omenirea se percepe pe sine și locul ei în univers.

---

[26] Citatul provine din ultimul paragraf al cărții lui Darwin, *The Origin*, ediția I, 490.

Indice

Academia Națională de
Științe, 213, 232–233
Academia Pontificală de
Științe, 201
Acanthastega, 111, 130–131
adaptare, 75
la climă, 95
prin cultură, 139–140
la provocările mediului,
44–45, 69–70, 78–79,
88–90, 94–96, 139, 187
funcțională, 22–23, 40–41,
47–48, 60, 170–171,
173–174, 178, 186,
188, 195–196
la habitat, 53, 83–84, 93–94
mutații multiple ale
genelor, 83–85
la manipulare tehnologică,
140
teoria folosirii și nefolosirii, 51
ADN
evidența evoluției, 24–25,
144–149, 155–161,
169–170
la fosile, 156
limbaj (codon), 147,
149–150
mitocondrial, 146
mutații și, 76–79
secvențe de nucleotide,
147–148, 149,
154–156
decodificare ontogenetică,
117, 151, 152–154
tehnici de recombinare,
150–151
structură, 75–76, 148–149
adventiști de Ziua a Șaptea,
205
Africa, 95
Albertus Magnus, 49
aligatori, 90
altitudine, adaptare la, 89
Altman, Sidney, 233
America de Sud, 83–84
amfibieni, 109, 110–111

aminoacizi, 146, 148, 149, 157–158, 187
anageneză, 148–149, 157–158
anatomie comparată, 22–23, 29, 40–42, 104, 112–113, 154–155, 174–177
apendice, vermiform, 22, 116–117
arborele universal al vieții, 103–104, 105, 144–145
arbori ai evoluției, 102, 104, 144, 158–160
arca lui Noe, 48–49
Archaea, 105, 144, 155–156, 179–180
Archaeopteryx, 108–109
Ardipithecus, 23, 120
A. ramidus, 123, 125
  A. ramidus kadabba, 123
argumentul proiectului. *Vezi* Proiectul Inteligent pre-darwinian, 15–16, 38–41, 165–166
argumentul flagelului, 174–175, 180–181, 185–186
argumentul frumuseții, 40–41
arici de mare, 139, 185
Arkansas, 206, 207
ARN ribozomial, 155
ARN, 149, 155, 232–233
Auerbach, Erich, 217
Augustin, 16, 38, 49, 204, 214
Australia, 93
Australopithecus, 120
  A. afarensis (Lucy), 23, 120, 121, 123, 125, 126
  africanus, 120, 121
  anamensis, 125, 126
  rubustus, 125
avort, spontan, 190–191

babuini, 169
Bacon, Francis, 224
bacterii, 21–22, 104, 144, 155–156
  vârsta bacteriilor, 84–86, 87, 105
  fosile, 105
  întrerupătoare ale genelor, 151
  rezistența la antibiotice, 79, 81–82, 172, 187
  toxine, 179–180
  sisteme secretoare de tip III, 179
Baldwin, James M., 89
  efectul Baldwin, 89–92
balene, 113, 115, 143, 176
Baltimore, David, 233–234
Beadle, George W., 149
Behe, Michael, 167, 174, 179, 181–182, 183, 184
Bell, Charles, 21–22, 40–42, 63
Bergson, Henri, 51–52, 173
Bernard, Claude, 235
Biblia, interpretare literală, 199–207, 213–214
biogeografie, 23, 94–96, 104, 117–119

biologie evoluţionistă, valoare practică, 172
biologie moleculară. *Vezi* ADN; gene; cod genetic
  argumente pentru evoluţie, 22, 148–150, 181
  diferenţiere celulară, 151–153
  clone/clonare, 149, 150, 152
  decodificare ontogenetică, 117, 151, 152, 153–154
  anageneză cuantificatoare, 156–157, 159
  reconstrucţie a istoriei evolutive, 23–25, 84, 102–103, 148, 153–155, 159–160
Biomphalaria glabrata (melcul fără cochilie), 184
Biroul de Management şi Buget al Statelor Unite, 216
Biserica Catolică, şi evoluţia, 17, 18–19, 192–193, 200–203
Biserica lui Hristos, Scientistă, 16
Biserica Presbiteriană, 201–202
Brno (Republica Cehă), 241, 246
Bryan, William Jennings, 206
Buckland, William, 40
Busk, George, 63
cactuşi, 92–94
căi metabolice, 146
cai, 105–107, 112, 113, 115–116, 154, 157–158
câini, 116, 142
calamari, 37
călugăriţa, 191–192
Calvin, Jean, 39
Camus, Albert, 217
cancer, 152–154
caractere dobândite, moştenire, 51
ceas/ceasornicar, analogii, 32–34, 39
Cech, Thomas, 233
Celera Genomics, 133
celule stem, 153
Chaetodpus intermedius, 84
Churriguera, Jose, 13
cimpanzei, 236–238
  mărimea creierului, 120–121, 134–135
  variaţie genetică, 130
  comparaţie genomică cu oamenii, 119, 134–136, 137, 153–155, 168–169
cinteze (păsări cântătoare), 53, 56, 58, 95
citocrom c, 154, 155, 159, 163, 164–165
ciudăţenii din natură, 190–192
clone/clonare, 150, 151, 152
coagularea sângelui, 175, 181–183
coccis, 22, 116

cod genetic, 89, 117, 145–149, 172
Codon, 146, 148–150
Columb, Cristofor, 13
complexitate ireductibilă
  argumentul coagulării sângelui, 175, 181–182
  informații specificate complex, 185–186
  argumentul ochiului, 14, 28, 29, 32–34, 79–81, 174–175, 200–201
  argumentul flagelului, 174, 181, 186
  mutații și, 100–101
  oportunism *vs.* proiect, 21–22, 45–46, 93–99, 118, 192
  argumentul lui Paley împotriva hazardului, 31–33
Conferința Centrală a Rabinilor din America, 202
conștiința de sine, 142–143
conștiința morții, 142–143
Constituția Statelor Unite, 166
Copernic, Nicolaus, 58–60
corali, 139
cordate, 105
crabi, 184
creștinism și evoluție, 15–16, 17–18, 26, 48–50, 193, 200–202
cromozomi sexuali, 90–92
cromozomi, 148–149
cultivare selectivă, 44
cunoaștere
  acumularea de, 230–231
  surse neștiințifice, 217–219, 226–227
  din știință, 216–217, 227–229
  validarea cunoașterii, 229–234

Darwin, Charles, 15, 18, 20, 23, 185
  Descent of Man, The, and Selection in Relation to Sex (Descendența omului și selecția sexuală), 23, 56
  educație, 41, 56
  dovada evoluției, 46, 52, 56, 58–60, 103, 114, 118
  imperfecțiunile naturii, 191–192
  și Mendel, 74–75, 244–246
  teoria selecției naturale, 44–47, 61–63, 67, 70, 172–173, 219, 221, 223, 232
  Originea speciilor, 20, 43, 46, 53, 64–65, 71–73, 102, 119, 221, 235, 245
  influența lui Paley, 28, 40–46, 47
  ipoteza pangenezei, 74, 244–245
  metoda științifică, 221, 222, 225, 235, 238

voiajul pe *Beagle*, 41, 52–53, 235–236
revoluția lui Darwin, 221
Darwin, Erasmus, 52, 235
darwinism social, 65
datare radiometrică, 105
Dawkins, Richard, 212
decodificare ontogenetică, 117, 152–154
Dembski, William, 166, 186–187
Department of Energy, 133
Descartes, René, 143
determinarea sexului, 91
dezintegrare radioactivă, 162
devonian, perioadă, 110
dezastre naturale/catastrofe fizice, 16–17
dezvoltare embrionară. *Vezi* embriologie comparată
diferențierea celulelor, 152
dinozauri, 108–109
Dobzhansky, Theodosius, 186, 194
Doolittle, Russell F., 183
Drosophila, musculițe de oțet, 98–99, 117, 190
Dumnezeu
argumente ale existenței Lui, 14, 30, 37–41, 165
operează prin cauze intermediare, 200, 212
personalitatea Lui, 35
durere și suferință, 15–16, 35
Dyson, Freeman, 219
Edwards vs. *Aguillar*,
Eiseley, Loren, 217–218
embriologie comparată, 23–24, 29–30, 40–41, 103, 112–113, 115, 154, 173–175
enzime, 83, 148, 149
Epperson vs. *Arkansas*, 206
Equus, 107, 108
ereditate, *vezi și* ADN; cod genetic; biologie moleculară; mutații
teoria „ereditǎții combinate“, 72–73, 246
legea asortării independente,
legea segregării, 243
teoria lui Mendel, 73–74, 149, 224, 226–227, 239–241
Herschel, John,
Escherichia coli, 80, 150
Etiopia, 23
eucariote, 87, 104, 144
Euglena, 139
Eusthenopteron, 111
evidența fosilelor, 22–23, 53, 62, 99, 100, 104
reglarea ceasului molecular, 162, 164
datare, 105, 159
ADN în, 157
cele mai vechi, 105
specii intermediare, 103, 109–113, 178
conservare, 104

evoluția omului
adaptare prin cultură, 120–126, 138–140
omologii anatomice cu alte specii, 113, 114–115
strămoșii oamenilor actuali, 122–123, 128
transformarea maimuței în om, 24, 113–114, 119, 131–138, 147–150, 153, 168–169, 238–239
colul uterin al femeii, 189, 195–196
mărimea creierului, 120–123, 134–135, 140, 189–190
transformarea creierului în inteligență, 24, 119, 131, 132, 137–142
comparație cu cimpanzeii, 134–136, 137, 154, 168–169, 237–238
rude colaterale, 124–125
dispersarea din Africa, 124–126
schimbări ale ADN-ului, 128, 132–134, 156–158, 183–184, 239–240
interacțiuni ale mediului, 133–134
etnicitate și rasă, 128–131
diversitate genetică, 128–130
hominizi, 23, 103, 119–120, 121–126, 134, 189
imperfecțiuni, 187, 189–190, 196
încrucișare, 124, 129
nomazi intercontinentali, 122
selecția naturală și, 56, 136, 188–190
rată a, 136, 238–240
și ideile religioase ale oamenilor, 131–132, 137–139, 143
pigmentarea pielii, 129–131
vorbire, 137
organe rudimentare, 22, 116–118
evoluție, *vezi și* evoluția omului
recunoașterea teoriei lui Darwin, 65–66, 172–173, 199–200, 239–240
comparații anatomice, 21–22, 29, 40–42, 104, 112–113, 115, 155–156, 159
rationes seminales (Augustin), 49
evoluția creatoare a lui Bergson, 51–52
compatibilitate cu credința iudeo-creștină, 14–15, 17–19, 27, 49, 192–195, 211, 247–248
dovada lui Darwin, 46–47

diversificarea (cladogeneza), 47, 69, 96–97, 118, 155–161
schimbări ecologice, 72, 83–84, 88–90
comparații embriologice, 23, 104, 113–114, 116
ca fapt, 170–172
evidența fosilelor, 22–23, 52, 61, 79, 103
dovada geografică, 22–23, 61, 95–97, 103, 118–120
teoria geologică, 52
caracterul gradual, 87–88
lamarckism, 51, 173, 200
ceas molecular, 161–164
reconstrucția moleculară a, 66, 84–85, 97–98, 102–103, 145, 147, 154–156, 161–163, 168, 170
uniformitatea moleculară a vieții, 144–146
schimbări morfologice, 72, 88–89, 92
mutații și, 72, 74–76
selecție naturală și, 48–49, 69, 71, 75–76
teorii pre-darwiniene, 48–51
proces, 70–72, 85–87, 100, 171
interzisă în școlile publice, 205–207
grad de similitudine, 154, 161–162
caracterul recent al originii comune, 154, 156–158, 164
merit științific, 167–169
spontan, din materie moartă, 49–51
teorie a, 25–27, 167–168
teorie a transmutării, 52
Evul Mediu, 49–50
Expoziția Mondială de la Paris din 1937, 198

fantele branhiilor, 116, 117
fauna Ediacara, 105
Federația Luterană Mondială, 202
fermentare, 46
fibrinogen, 183
fibrinopeptide, 156, 163
filogenie, 52, 164
flagelar (flagellum), 179
flagelul bacterian, 175, 180–181, 185–186
Fleishmann, Martin, 234
Flogiston, 172, 234
fosile, 22–23, 53, 62, 99
reglarea ceasului după fosile, 162, 164
datare, 105, 159
ADN în, 157
cele mai vechi, 105
specii intermediare, 103, 104–105, 178
prezentare, 104–105

fosile vii, 48
Freud, Sigmund, 56
fundamentalism, 205–206
Futuyma, D.J., 211
fuziune la rece, 233

Galapagos insulele, 52, 56, 57–59, 62–63, 95–96, 118
Galileo, 59, 215, 235
gameți (celule sexuale), 73, 78, 88
gene, *vezi și* mutații
  secvență de codificare, 149
  duplicări, 183–184
  hox sau homeobox, 152
  și moștenirea trăsăturilor, 73, 146–147
  Pax6 în evoluția ochiului, 175
  cea mai lentă evoluție, 155–156
  schimbări specifice, 90, 91, 135, 149–151
genom uman, 75–76, 119–120, 131–132, 141, 152–153
genomuri. *Vezi și* genom uman
geologic, argumente ale, 40, 52–53
gorile, 134–135, 237–239
Gray, Asa, 63–64
Grigorie de Nyssa, Sfântul, 49

Harvey, William, 235
Haught, Jack, 192–193, 212
Hawaii, insule, 21, 96–98, 118–120
hemoglobină, 92, 163–164, 184
histidine, 80, 83, 188
Herschel, John, 62
Hodge, Charles, 199–200
homari, 184
hominizi, 23, 103, 119, 120–126, 134–135
Homo antecessor, 122
Homo erectus, 23, 122, 123, 124, 125–126, 135
Homo ergaster, 127, 128
Homo floresienis, 124
Homo habilis, 23, 122–123, 124–125
Homo heidelbergensis, 122–123
Homo neanderthalensis, 122, 123, 125
Homo sapiens, 23, 86, 121–122, 123, 125, 135
Hooker, Joseph, 64, 194
Hull, David, 194–195
Humani generis, 17, 200
Hume, David, 13, 192
Huxley, T.H., 65
Hyracotherium, 107–108

Ichneumonidae, 193
Ichthyostega, 111
iluminism, 39

imperfecțiuni în natură, 35–38, 100, 114, 116–117, 187, 194, 222
insecte
  stabilirea rangului, 92
  ramificare, 162
  hawaiiane, 97, 98
  procesarea informației, 139
  cruzime masculină, 191
  rezistența la pesticide, 78–80
Ioan Damaschin, părinte al Bisericii, 14
Ioan Paul al II-lea, 201–202, 204–205, 214
ipoteze, 167–168, 172–173, 188
Irineu, 16
Islam, 193
iudaism, 193
izoleucina, 157

Jacob, François, 150, 231
Jenkin, Fleeming, 246
Johnson, Phillip, 166
Jones, John E., 111, 166, 167, 173, 184–185, 197, 208

Kekulé, August, 230
Kenyanthropus, 23, 121
Kepler, Johann, 59
Kitzmiller *vs.* Dover Area School District, 167, 173, 185, 197, 208–209

Linnean Society of London, 63, 65
Lamarck, Jean-Baptiste de Monet, cavaler de, 50–51
lamarckism, 50–51, 172, 173, 199
Lavoisier, Antoine-Laurent, 235
legi fizice, 17, 20, 59
liber-arbitru, 16–17, 131, 143, 211
lilieci, 112, 113
Lingula, 48
Louisiana, 205, 206
Luther, Martin, 39
Lyell, Charles, 52, 62

maimuțe rhesus, 154, 157–158, 166
maimuțe, 116, 142
malarie, 136
mamifere,
  asemănări anatomice, 113
  evidența fosilelor, 105, 110
  control al genelor, 151
  din Hawaii, 99
  ceas molecular, 163–165
  stabilirea sexului, 91–92
marsupiale, 85, 95–96
mecanica newtoniană, 232
meduză, 139
melanom, 130
melci, 96, 117
Mendel, Gregor, 27, 74–75, 149, 223, 226–227, 241

microorganisme, 33; *Vezi și* bacterii
Mill, John Stuart, 224, 225
Miller, Hugh, 40
Miller, Kenneth, 183, 213
mioglobina, 163, 164
Mississippi, 206
Monod, Jacques, 150
Moore, Aubrey, 194
murex — melci marini, 89, 176–177
Musgrave, Ian, 181
mutații
  acumulare de, 85
  creșterea complexității, 85–86
  definiție, 72
  neadaptare, 74, 100, 134–135
  exemple, 21, 78–79, 81–82, 86
  evidența moleculară a evoluției, 66–67
  și selecția naturală, 21, 44, 75–76, 82–83, 100–101, 186
  proces, 74–75, 79, 146
  caracter întâmplător, 100–101, 118, 186
  frecvență, 78
  cultivare selectivă, 44

National Institutes of Health, 133,
Nautilus, 48, 89, 176, 177
neurobiologie, 140–141
Newton, Isaac, 59, 230, 234, 237
normă de reacție, 89–90
noutăți ale evoluției, 92
nucleotide
  codoni, 147, 149–150
  informație genetică, 25, 75
  substituții, 162–164

ochi,
  argumentul complexității, 14–15, 28–30, 31–32, 79–80, 173–175
  deficiențe la om, 37, 38, 186–187
  distorsiune dioptrică, 31–32
  al moluștei, 176–178, 179–180
  evoluție coerentă, 80, 85, 89, 170–171, 175–179
ochiul meduzei și al caracatiței, 37, 89, 177, 179, 184
Oklahoma, 206
oncogene, 152–154
oportunism, 21, 93–94, 118
organizarea socială a speciilor, 87–88
Orrorin (*Praeanthropus*), 23, 120, 126
Overton, William R., 18
oxigen și oxidare, 172–173

Paley, William, 18
  argumentul imperfecțiunii, 187, 188

cunoaştere biologică, 33–34
influenţa asupra lui Darwin, 28, 43–44, 48
Natural Theology, 14, 18, 28–36, 43–45, 61, 165, 179, 199
Panderichthys, 110
Paramecium, 139
Paranthropus, 121–122
păsări, 53, 58, 91, 92, 96, 97, 108–109, 115, 118, 176
Pascal, Blaise, 120, 165, 235
Pasteur, Louis, 50, 235
păcat, 15
păcat şi suferinţă, 15–16, 35
Pământul, vârsta Pământului, 105
Peacocke, Arthur, 194, 214
penticostali, 206
peptida c insulinică, 163
peşti, 104, 113, 114, 116
dovada ADN a evoluţiei, 153–154
aripioare lobate, 110–111
sarcină masculină, 192
placentari, 85–86
Picasso, Pablo, 198
Pius XII, 16, 199
placentă, evoluţie a, 84–86
planaria, viermi plaţi, 139
plante, procesarea informaţiilor, 139
Poeciliopsis, 84–85
Pons, B. Stanley, 233
Potop, 49, 206, 207
predarea „ştiinţei creaţiei" în şcolile publice, 18, 166–167, 172–174, 205–206
Priestley, Joseph, 173
primate, 85–86, 120–121, 155–158
problema teodiceei, 13, 15–16, 193
procariote, 86, 144, 155
Proiect inteligent (PI)
argumentul ignoranţei, 181
argumentul imperfecţiunii, 186–187
argumentele lui Bell, 20
argumentele complexităţii ireductibile, 32–34, 45, 82–84, 174–186
decizii ale tribunalului, punct de cotitură, 166–167, 174–175, 196
adepţi moderni, 166
Natural Theology a lui Paley, 19, 28–33, 39, 165
în educaţia din şcolile publice, 18, 165–166, 208–209
natura şi meritul religios, 164, 188–189, 195–200
puterea de convingere ştiinţifică, 164, 172–173, 209
falsitatea celor două explicaţii, 166, 172–174

ceas/ceasornicar, analogii, 32–34, 39
Proiectul Genomul Uman, 133
proteaze, 182
proteină cârlig, 179
proteine
  molecule cu dezvoltare rapidă, 155
  limbaj (aminoacizi) 147, 153
  de sinteză, 145, 155
  de tip III (TTSS), 180
Provine, William, 212
putrefacție, 49–50

radiație adaptivă, 95–98, 117–118
radiație UV, 129–131
răul, existența răului, 16, 17–18, 193–194; *Vezi și* problema teodiceei
Ray, John, 28, 39, 165
Redi, Francesco, 50
reformă, 39
relativitate, teorie a, 232–233
religie
  atacuri la adresa evoluției, 199–200
  istorisirea creației în Biblie, 199–206, 213–216
  compatibilitatea evoluției cu, 15, 17–19, 26, 48, 193–195, 200, 213–214, 247–248
  natura și meritul PI, 164, 166, 188, 195–197
  sens și scop, 217–218, 219
  știință și, 209–216
  suflete, 143, 199, 207
reproducere sexuală, 87
reptile, 91, 107–110, 178
retrotranscriptază, 233
revoluția copernicană, 20, 56, 58–60, 169–170, 221–222
ribozomi, 155
Rochester Theological Seminary,

S. tchadensis, 23, 123, 126
Sahelanthropus, 120
Salmonella typhimurium, 179, 180
schimbări de comportament, 71–72
schimbări ecologice, 71, 72, 84–86, 89–93
schimbări fiziologice, 71
Schwippel, K., 245
scoici, 116
Scopes, John T., 206
selecție naturală
  adaptare, 21, 40–41, 43–44, 46–47, 50, 53, 60, 88–93, 170–171
  efectul Baldwin, 88–93
  și proiectul complex, 44–47, 60, 63–64, 68, 81–87
  concept, 68–72
  ca proces creativ, 79–81, 92, 100

descoperirea lui Darwin, 20, 25–26, 44–45, 61–63, 67–68, 221–222, 239–240
context istoric, 222, 235–241
trăsături importante, 21
mutații și, 21, 44, 65–66, 74–75, 79, 80–81, 84, 99–102, 118
oportunism vs. proiect, 99–102, 118, 191
și succesul reproductiv, 47, 61, 69, 72, 92–93, 100
semnificația descoperirii, 221–222
proces treptat, 68–69, 71–73, 79–80, 81, 85–86, 89, 176, 187
„supraviețuirea celui mai adaptat", 65–66, 92–93, 100
descoperirea lui Wallace, 20–21, 63–65
sistem imunitar, 184–185
sistem nervos, 139–140
Societatea pentru Cercetarea Creației, 202
Societatea pentru Științele Naturii din Brno, 245
specificație, 87–89
specii
diversificare, 47, 69, 97, 118, 155–156, 239
endemice, 95–97
dispariție, 93, 99, 101
aduse, 95
inventar, 16, 93
Spencer, Herbert, 64, 237
splină, 36
stele de mare, 139, 184
strămoș comun universal, 145
succes reproductiv, 47–48, 61, 69, 71–72
suflete, 143, 199, 200–201
Syngnathidae, 192

șopârle, 90, 96, 114
știință
contribuții ale, 216–217
proces creativ, 233
bazată pe descoperire, 230
falsificare empirică, 229, 233–234, 238–239
empirism, 26–27, 224, 227–239, 240
ipoteze, 167, 172, 189, 216, 222, 229, 243–245
metoda inductivă, 222–227, 235–236
și cunoaștere, 216–217, 219, 226–228
viziune materialistă, 26, 197, 209–211, 213
implicații metafizice, 199–200, 212–213
ca naturalism metodologic, 210–212
și religie, 209–216

teorie, în general, 25–26, 166–168, 170, 225–226, 241–245
validarea cunoașterii, 229–235, 241–245

Tatum, Edward L., 149
Temin, Howard, 233
Tennessee, 206
teoria atomică a materiei, 169
teorie
semnificație a, 26–27, 167
observarea consecințelor, 171–172
falsitate a două explicații, 173–174
tetrapode, 108, 109–110
Toma d'Aquino, 14, 38–39, 50, 166
Tiktaalik, 108
tratatele Bridgewater, 39–40
treonină, 157, 159
trombine, 183
tuberculoză, 135–136

țestoase uriașe (*Testudo* spp.), 56–57, 95, 118

ultimul strămoș comun universal, 104, 147–148, 160
Universitatea Cambridge, 41, 52
Universitatea Columbia, 15
Universitatea Edinburgh, 40, 52
Universitatea Oxford, 40
urangutan, 234–239
Ussery, David, 181

vaccinare, 50
vedere, *vezi și* ochi
cele mai simple organe de, 173–177
vasul Beagle, 52, 53–55
Velociraptor, 110
verigi lipsă, 8, 9, 102, 107–113, 122
vertebrate
mecanisme de coagulare, 185
divergență, 163
evoluția membrelor superioare, 113, 114, 176
viața pe Pământ, începuturi, 75, 80, 85–86, 87, 185–186
virusuri, 149, 233
Voltaire, 39
Volvocade, 88

Wallace, Alfred Russel, 21–22, 63–64

Cuprins

Mulțumiri 7
Prefață 9

1. Introducere 13
2. Proiectul inteligent: versiunea originală 28
3. Revoluția lui Darwin: proiect fără proiectant . . 43
4. Selecția naturală 67
5. Argumente pentru evoluție 102
6. Evoluția omului 120
7. Biologia moleculară 144
8. Absurdități și lacune fatale 165
9. Dincolo de biologie 197
10. Post-scriptum pentru cunoscători 221

Indice 249



Colecția „Știință și Religie" se adresează tuturor celor care doresc să exploreze potențialitatea unui nou sistem de valori fundat pe dialogul transdisciplinar între știință, religie, artă și societate.

Din aceeași colecție, editorul recomandă:

Suzi Gablik — *A eșuat modernismul?*
Jacob Needleman — *De ce nu putem să fim buni?*
Basarab Nicolescu (editor) — *Moartea astăzi*







CURTEA VECHE · ȘTIINȚĂ ȘI RELIGIE

pentru a comanda online sau pentru lista completă a titlurilor publicate la Curtea Veche, vizitează www.curteaveche.ro

Designul copertei: GRIFFON & SWANS creative services www.griffon.ro

Curtea Veche

Începi să afli

ISBN 978-973-669-659-6

